

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สารนิพนธ์
ของ
นายปริวัตร ไหวหาร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

กันยายน 2543

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

510.98

บ/461ก

ร.3

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

บทคัดย่อ
ของ
นายปริวัตร ไหวหาร

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

กันยายน 2543

๒๑๒๕๑๙๕

ปรีวัตร โวหาร (2543).การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง" ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และ ฟังก์ชันลอการิทึม" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม : ดร.ฉวีวรรณ
เสวตมลายย์ , รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง"ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม" ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ มาตรฐาน 80/80 และ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542
โรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 45 คน ดำเนินการทดลองโดยใช้
แบบแผนการวิจัยแบบ one group pre - test และ post - test สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ t – test
แบบ Dependent

ผลการศึกษาพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 86.66 / 83.06 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังได้รับ
การสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชัน
ลอการิทึม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION
ON " EXPONENTIAL AND LOGARITHMIC FUNCTIONS "
FOR MATHAYOM SUKSA V

AN ABSTRACT
BY
MR. PARIWAT VOHARN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
Semtember 2000

Pariwat Voharn (2000). *The Development of Computer Assisted Instruction on "Exponential and Logarithmic Functions " for Mathayom Suksa V.* Master project
M.Ed. (Secondary Education) Bangkok :Graduate School. Srinakharinwirot University
Advisory committee: Dr. Chaweewan Sawetamalya , Assoc.prof. Dr. Somchai chuchat

The purposes of this research were to develop and investigate efficiency of the Computer Assisted Instruction on " Exponential and Logarithmic Functions " for Mathayom Suksa V. as of standardized criterion 80 / 80, and to study the mathematics achievement before and after learning through the computer assisted instruction.

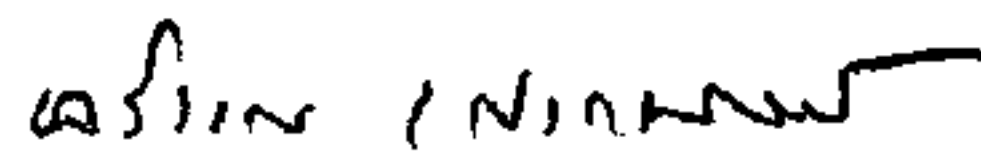
The subjects of this study were 45 Mathayom suksa V students in the first semester of the 1999 academic year of Assumption college Samrong . The one group Pretest - Posttest Design was used in the study. The t - test for dependent samples was used for data analysis.

The findings were as follows

1. The efficiency of the computer assisted instruction on " Exponential and Logarithmic functions " for mathayom suksa V. was 86.66 / 83.06 higher than the Criterion.
2. The mathematics achievement of the experimental group after being taught by using the computer assisted instruction was statistically higher than before being taught at the .01 level.

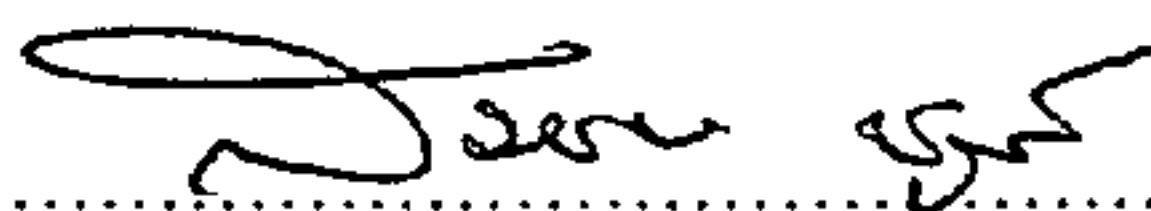
อาจารย์ที่ปรึกษา ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร และคณะกรรมการสอบ
ได้พิจารณาสารนิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์



(อาจารย์ ดร. จีวรรณ เสวตมาลย์)

ประธานคณะกรรมการบริหารหลักสูตร



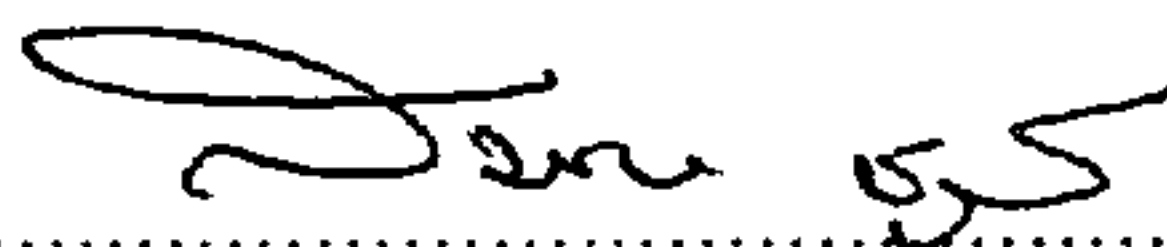
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

คณะกรรมการสอบ



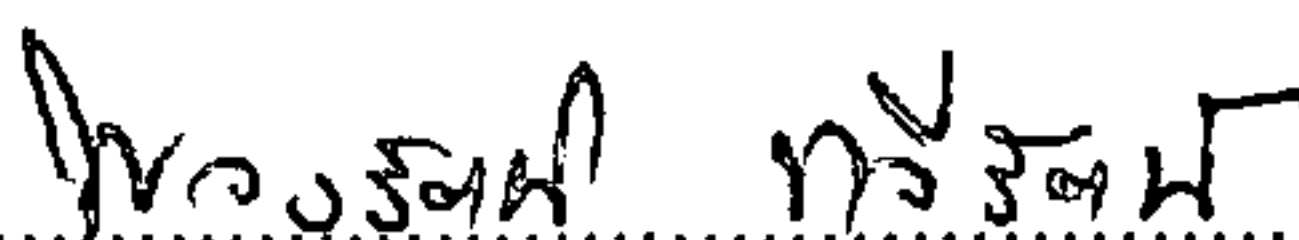
(อาจารย์ ดร. จีวรรณ เสวตมาลย์)

ประธาน



(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ)

กรรมการ



(รองศาสตราจารย์ พงรัตน์ ทวีรัตน์)

กรรมการ

อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษาของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



(รองศาสตราจารย์ ดร. วิชัย วงษ์ใหญ่)

คณบดีคณะศึกษาศาสตร์

วันที่ 29 เดือน กันยายน พ.ศ. 2543

ประกาศคุณูปการ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดีด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าอย่างยิ่งจาก ดร.ฉวีวรรณ เศรษฐมณี ประธานควบคุมสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย ชูชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ ที่กรุณาให้คำแนะนำคำปรึกษาแก้ไขเครื่องมือในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ ดร. ฉวีวรรณ เศรษฐมณี รองศาสตราจารย์ พวงรัตน์ ทวีรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ เนียมมณี อาจารย์เอกสิทธิ์ เมืองหมุด และอาจารย์กนกวรรณ แก้วมาก

ขอขอบพระคุณ ภราดาสุรสิทธิ์ สุขชัย ภราดาอรุณ เมฆเศรษฐี คณะครู และนักเรียนโรงเรียน อัสสัมชัญสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ที่ได้ให้ความร่วมมือ และมีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อประสาธ คุณแม่ประครอง ไหวหาร คุณสมจันท์ ไหวหาร และลูก ๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุนในทุกด้านแก่ผู้วิจัยด้วยความรักและห่วงใยตลอดมา

นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้รับความช่วยเหลือจากเพื่อนๆ ทั้งรุ่นพี่ และรุ่นน้อง เอกการมัธยมศึกษา ทุกคน ตลอดจน อาจารย์บุญกุล ศรีพัฒตาล อาจารย์ อรรถวุฒิ ตราภิจรกุล อาจารย์ศิริยา คณิวรรณนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องการแปลบทความ และแปลงานวิจัยต่างประเทศด้วยดี

ปรีวัตร ไหวหาร

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	2
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	2
	ประชากร	2
	กลุ่มตัวอย่าง	2
	เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	2
	นิยามศัพท์เฉพาะ	2
	สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า.....	4
2	เอกสาร และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
	ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	5
	ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	7
	หลักทั่วไปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	8
	ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	10
	คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	11
	คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
	ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	12
	ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	13
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	14
	งานวิจัยต่างประเทศ	14
	งานวิจัยในประเทศ	16
	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม	19
	เอกสารที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม	19
	ความหมาย และลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรม	19
	ประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรม	19
	จิตวิทยาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม	21
	หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม	23

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม	24
	งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม	26
	งานวิจัยต่างประเทศ	26
	งานวิจัยในประเทศ	28
	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	30
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	34
	ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง	34
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	34
	การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	34
	การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ	42
	การดำเนินการศึกษาค้นคว้า	43
	การวิเคราะห์ข้อมูล.....	45
	สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	45
4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	48
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	48
5	สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	51
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	51
	สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า.....	51
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	51
	เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า	52
	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	52
	การวิเคราะห์ข้อมูล	52
	สรุปการศึกษาค้นคว้า	52
	อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	53

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	56
ภาคผนวก	61
ประวัติย่อผู้วิจัย	106

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	การวิเคราะห์บทเรียนและแยกเป็นหน่วยย่อย	35
2	การออกแบบบทเรียนสำเร็จรูป.....	37
3	ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	49
4	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม.....	49
5	ค่าความยาก (P) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม.....	63
6	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม.....	64

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง.....	20
2 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมชนิดสาขา.....	20
3 กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1.....	40
4 กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 2.....	41
5 กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 3	42

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญวิชาหนึ่ง เป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น คณิตศาสตร์มีความสำคัญในการพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้เป็นคนคิดอย่างมีเหตุผล และเป็นศาสตร์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของทุกคนทั้งทางตรง และทางอ้อม (ยุพิน พิพิธกุล. 2530 : 1) ดังนั้นการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรจัดให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล เข้าใจหลักการของโครงสร้างคณิตศาสตร์ แล้วจะทำให้เด็กมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2524 : 1) อย่างไรก็ตามคุณค่าและเจตคติของคณิตศาสตร์จะเกิดขึ้นได้จะต้องอาศัยกระบวนการเรียนการสอนที่ถูกต้องชัดเจน และสนุกสนาน ซึ่งในอดีตมักเน้นการเรียนการสอนที่ยึดครูเป็นศูนย์กลาง ทำให้นักเรียนเป็นผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนยังมีน้อยมาก นักเรียนยังขาดโอกาสแสดงความคิดเห็น และไม่กล้าแสดงออก จึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่พัฒนาเท่าที่ควร ซึ่งเกิดจากสาเหตุที่ ยุพิน พิพิธกุล (2523 : 2 – 5) สรุปไว้ดังนี้

1. ครูผู้สอน เนื่องจากครูไม่มีสื่อการสอน ขาดประสบการณ์ และไม่มีเทคนิคการสอนแบบใหม่ๆ ในการสอน ยังคงใช้การสอนด้วยการอธิบายบนกระดานดำตลอดเวลา ครูยังสอนแบบยัดเนื้อหา ยัดตัว ครูเป็นศูนย์กลางโดยไม่คำนึงถึงนักเรียน และความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เนื้อหาบางตอนยากที่จะเข้าใจซึ่งเป็นปัญหากับนักเรียนที่เรียนคณิตศาสตร์อ่อน จึงทำให้นักเรียนขาดความเข้าใจในความคิดรวบยอด และไม่สามารถนำความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วไปประยุกต์ใช้กับความรู้ใหม่ได้

จากการศึกษาสภาพปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลมาจากวิธีสอนของครูที่สอนแบบบรรยาย เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นต้องหาเทคนิคที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนั้นครูจึงจำเป็นต้องหาเอาเทคนิคการสอนที่น่าสนใจมาสอน เพื่อจะทำให้เด็กนักเรียนมีความเข้าใจในการเรียนคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยเทคนิคการสอนที่จะมาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการนำเอาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียน ฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์ และยังสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน นอกจากนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนยังเป็นเครื่องมือที่จะช่วยลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้

จากสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้ประสบปัญหาต่าง ๆ มากมายดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาคณิตศาสตร์ด้วยบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) มาใช้ในการทดลองกับนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อจะได้พัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชัน
ลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับครูคณิตศาสตร์ผู้ผลิตสื่อการเรียน
การสอน ตลอดจนผู้ที่ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเทคโนโลยีทาง
การศึกษา เพื่อที่จะได้นำแนวความคิดที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาในครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ในการผลิต
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาต่าง ๆ อีกต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ เป็นนักเรียนของโรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง
อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ที่เรียนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ห้อง
รวมทั้งหมด 180 คน

2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้พัฒนาการเรียนการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เข้าใจ
กระบวนการเรียนการสอน การแก้ปัญหา และฝึกทักษะในการคิดคำนวณวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่อง
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นนักเรียน
ที่เรียนอยู่ในโรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสุ่มอย่างง่าย
จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนา

เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ในรายวิชา ค 013 เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 20 คาบโดยเรียน
จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 10 คาบและเรียนจากครูสอนปกติ จำนวน 10 คาบ ๆ ละ
50 นาที

นิยามศัพท์เฉพาะ

1 บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หมายถึงบทเรียนที่ใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับปรุงการสร้างตามขั้นตอนการสร้างบทเรียนไมโครคอมพิวเตอร์ของไพโรจน์

ดิเรกธนากุล (ไพโรจน์ ดิเรกธนากุล. 2528 : 73-82) ด้วยคำสั่งภาษาปาสคาล (pascal)
ในลักษณะบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง (branching) ซึ่งประกอบด้วย

1.1 กรอบยี่น (home pages) ซึ่งเป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน ที่ตั้งตัวอักษร ตัวเลข ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยแสดงผลเป็นภาษาไทยทางจอภาพที่จะให้เนื้อหา และ ปัญหาจากเนื้อหา ถ้านักเรียนตอบถูกต้องก็จะให้เรียนโปรแกรมต่อไป ถ้านักเรียนตอบผิดชุดคำสั่ง ของคอมพิวเตอร์จะเสนอบทเรียนในกรอบสาขา

1.2 กรอบสาขา คือ กรอบที่จัดไว้ชี้แจงถึงเหตุผลในการตอบผิด ซึ่งคำตอบผิดนี้ได้มาจาก ผลของการสำรวจคำตอบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้เรียนวิชา ค 013 มาแล้ว กรอบสาขา เป็นกรอบที่นักเรียนต้องศึกษาใหม่ แล้วจึงจะเสนอในกรอบยี่นอีกครั้งหนึ่ง รวมทั้งผลของคำตอบที่มี การเสริมแรงก่อนการสรุปบทเรียน

2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ หมายถึงการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เข้าใจกระบวนการเรียนการสอน การแก้ปัญหา และการฝึกทักษะในการคิดคำนวณ ในเรื่องฟังก์ชัน เอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้เรียน ด้วยตนเองโดยผ่านเกณฑ์ 80 / 80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ (Process) หาได้จากการนำคะแนน ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนทุกคนในแต่ละตอนของชุดการสอนทุกตอนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเทียบเป็นร้อยละ 80 หรือสูงกว่า 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product) หาได้จากการนำเอาคะแนน จากผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนมารวมกันหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบเป็นร้อยละ 80 หรือ สูงกว่า 80

3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) หมายถึง การสอน โดยใช้บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มาใช้ร่วมกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (Microcomputer) ซึ่ง นำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาคำสั่งกิจกรรมจากโปรแกรม คอมพิวเตอร์ ซึ่งเสนอเป็นภาษาไทยทางจอภาพ (Monitor) เป็นการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ระหว่าง นักเรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยนักเรียน 1 คน เรียนกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง มีครูคอยแนะนำและควบคุมชั้นเรียน ซึ่งมีขั้นตอนการสอนดังนี้

3.1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน โดยแจ้งจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แล้วเสนอสถานการณ์ ปัญหาหรือภาพปริศนา เพื่อทบทวนความรู้เดิมด้วยข้อความ ภาพ และเสียง

3.2 ขั้นสอน เสนอเนื้อหา โดยยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้นักเรียนสามารถสรุปได้เอง โดยได้ความคิดที่ละน้อย จนสรุปเป็นมโนทัศน์ได้ มีคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเองได้อย่าง ต่อเนื่อง

3.3 ขั้นสรุป สรุปกฎ นิยาม สูตร

3.4 ขั้นฝึกหัด เป็นการฝึกทักษะ

3.5 ขั้นการประเมินผล เพื่อประเมินผลว่าเป็นไปตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม หมายถึง เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ (ค 013) ตรงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ 2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. เลขยกกำลัง
2. รากที่ n ในระบบจำนวนจริง จำนวนในรูปกรณฑ์
3. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม
4. ลอการิทึม
5. สมการเอกซ์โพเนนเชียล และสมการลอการิทึม

5. ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่นักเรียนได้เรียนแล้ว ทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นโดยใช้เกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบฝึกหัดหลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละชุด คิดเป็นร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพที่ได้จากคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคิดเป็นร้อยละ 80

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนจากการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง “ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ” ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อวัดพฤติกรรมด้านความรู้ และ ความคิดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ” มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง “ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ” หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.3 หลักทั่วไปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.4 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.5 คุณค่า และประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.6 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

- 2.1 เอกสารที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม
- 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนมาจากภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction (CAI) หรือ Computer Assisted Learning (CAL) หรือ Computer Based Education (CBE) มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ผดุง อารยะวิญญู (2527 : 41 – 42) ได้ให้ความหมายไว้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนมักบรรจุเนื้อหาที่ครูสอนโดยแทนที่ครูจะสอนเนื้อหาวิชาด้วยตนเองกับบรรจุเนื้อหาเหล่านั้นไว้ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ถ่ายทอดวิชาแทนครู

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (กระทรวงศึกษาธิการ. 2528 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยสอนวิชาต่างๆ ให้มนุษย์โดยการนำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ใช้ช่วยสอน โดยให้เครื่องกับผู้เรียนโต้ตอบกันเอง ทั้งนี้จะรวมถึงการสอนให้คนรู้จักเขียนโปรแกรมสั่งงานคอมพิวเตอร์ แต่ไม่รวมถึงการสอนคนให้รู้จักวิธีใช้คอมพิวเตอร์หรือรู้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นอย่างไร คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องมือเพียงอย่างหนึ่งที่ครูนำมาใช้เป็นสื่อในการสอน

ทักษิณา สนวนานนท์ (2529 : 56) กล่าวว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล”

ขนิษฐา ชานนท์ (2532 : 7) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกกันว่า COURSEWARE ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจจะเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือ และภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนรู้ในรูปของข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

เค แอล ซินน์ (K.L. Zinn. 1976 : 268) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่ผู้เรียน และบางทีก็ช่วยนักเรียนในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

อเลสซี และทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1995) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสอนที่ประกอบด้วย การเสนอเนื้อหา การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน การให้ผู้เรียนได้มีโอกาสที่จะฝึกฝนและมีการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือการผสมผสานของกิจกรรม

พรีนิส (Prenis. 1997 : 20) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักเรียนเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยในขณะที่มีการเรียนการสอนขึ้นอยู่กับ การตอบสนองของนักเรียนนั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ คอมพิวเตอร์สามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียดที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำให้แก่ผู้เรียนได้

สเปนเซอร์ (Spencer. 1997 : 50) ได้ให้ความหมาย ไว้ดังนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนเป็น การใช้คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอนแก่ผู้เรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัว ของนักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของนักเรียนแต่ละคนได้

ลิปป์ (Sippl. 1981 : 77) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การประยุกต์ระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งได้ถูกนำมาช่วยในการเรียนของนักเรียน การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบระหว่างนักเรียน และขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของนักเรียนได้เมื่อกระทำผิดพลาด”

จากที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือการนำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหา บทเรียน และฝึกฝนทักษะจากคอมพิวเตอร์ แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะถูกดำเนินไปอย่างเป็นระบบ คอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยลดปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้

1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในวงการศึกษา นั้น มีหลายรูปแบบด้วยกัน รูปแบบหลักที่พบเห็นเสมอๆ พอจะแบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้ (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 7 - 13 : ทักษิณา สวานนท์. 2529 : 63 - 64 ; ยืน ภู่วรรณ. 2529 : 1 - 11 ; สมชาย ชูชาติ. 2529 : 14 - 21 ; อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 6 - 7)

1. การฝึกและการปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นแบบที่สอนเสริมเพื่อทบทวนความจำ และฝึกทักษะในเนื้อหาที่ได้เรียนไปแล้วโดยเสนอสิ่งเร้าในรูปแบบของคำถาม ให้ผู้เรียนได้โอกาสตอบสนองหรือตอบคำถาม และสามารถชี้บ่งข้อผิดพลาดของคำตอบ และให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้นักเรียนคิดแก้ได้อย่างถูกต้อง ควรให้การเสริมแรงอย่างเหมาะสมสำหรับคำตอบที่ถูกต้องและผิด และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนส้อมคำถามและปัญหาเองได้ หรือย้อนไปทบทวนคำสั่งในการใช้บทเรียน หรือหยุดบทเรียน และกลับมาทำต่อที่จุดที่ต้องการได้และสามารถควบคุมอัตราความเร็วในรูปของเกมการแข่งขัน และใช้กราฟิก เสียง และสี เพื่อให้เกิดแรงจูงใจในการฝึกหัด

2. การสอนเฉพาะรายบุคคล (Tutorials) เป็นแบบโปรแกรมสำเร็จรูปที่ควรจะมีการเสนอโดยใช้กราฟิก และเสียงประกอบ สอดคล้องกับเนื้อหาใหม่ และมีลำดับขั้นตอนในการนำเสนออย่างรัดกุม มีคำถามเกี่ยวกับเนื้อหาที่เพิ่งเสนอไป และจากคำตอบของผู้เรียน จะทำให้ผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาต่อไปหรือทบทวน หรือซ่อมเสริมเนื้อหาใหม่นั้นนั้นควรจะมีความสามารถบันทึกชื่อ คะแนน และเวลาของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบความสามารถของผู้เรียนรายบุคคล และทั้งชั้นได้ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแทนครู จะใช้สอนเสริมให้นักเรียนสติปัญญาเป็นเลิศ หรือนักเรียนที่ขาดเรียน โดยครูควรดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะครูเป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการเรียนการสอน ไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์สอนแทนครูได้

3. เกมการสอน (Instructional Game) เป็นการสอนเนื้อหาวิชาในรูปแบบของเกม โดยทั่วไปลักษณะของเกม จะมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอน เมื่อจบเกมก็จะมีผู้ชนะและผู้แพ้ที่ออกแบบเพื่อให้ทั้งความรู้ และความบันเทิงแก่ผู้เรียน เนื่องจากคอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพกราฟิกที่มีสีสันสวยงาม และมีเสียงประกอบได้ จึงสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ และควรมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมแก่ผู้เรียน เพื่อมิให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย หรือไม่เกิดความท้อแท้ เกมมี 2 ประเภท คือ เกมการแข่งขัน มองแต่ชัยชนะ สอนให้เป็นตัวของตัวเอง อยากพบความสำเร็จ และเกมความร่วมมือ เป็นการแก้ปัญหาโดยการทำงานเป็นทีม

4. การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นการจำลองสถานการณ์จริงโดยเสนอสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนวิเคราะห์ ตัดสินใจจากข้อมูลที่จัดให้ โดยใช้ความคิดหรือเหตุผลของผู้เรียนเอง เพื่อดูผลที่เกิดขึ้นจากการตัดสินใจนั้นๆ และใช้ฝึกในสิ่งที่ไม่อาจฝึกด้วยของจริงได้ เพราะค่าใช้จ่ายสูงหรือเสี่ยงอันตรายเกินไป ความสำเร็จของการจำลองขึ้นอยู่กับว่า สามารถจำลองสภาพจริงได้มากน้อยเพียงใด ผู้สร้างต้องอาศัยการคาดคะเนในการตอบสนองในรูปแบบต่างๆ จากผู้เรียน จึงต้องใช้เวลามาก และต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรมระดับสูง การจำลองสถานการณ์มี 3 ลักษณะ คือ

4.1 การจำลองสภาพแบบการทำงาน (Task Performance Simulation) เช่นการจำลองสถานการณ์บิน การขับรถ

4.2 การจำลองสภาพแบบจำลองระบบ (System Modeling Simulation) เช่นการจำลองการจราจรวันเวย์ว่าจะมีปัญหาค้างรถบนถนนจริง

4.3 การจำลองสภาพแบบประสบการณ์ (Experience / Encounter) เช่น การลองให้ผู้ฝึกงานได้ลองทำงานบางอย่าง หรือตัดสินใจบางเรื่อง การทำจริง ๆ ยังไม่เกิด แต่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้จากการจำลองสภาพว่า ประสบการณ์ของตนเป็นอย่างไร ถ้าอยู่ในสถานการณ์นั้น

5. การแก้ปัญหา(Problem Solving)เป็นการเสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียนและผู้เรียน จะต้องแก้ปัญหาเหล่านั้น โดยเน้นกระบวนการคิดในระดับที่สูงกว่าในเรื่องของกระบวนการใช้เหตุผลเพื่อเสริมและขยายความคิดรวบยอด ครูควรหาโจทย์ปัญหาหลาย ๆ แบบที่มีลักษณะท้าทายความสามารถให้นักเรียนมาวิเคราะห์ เพื่อวางแผนการเขียนโปรแกรมสำหรับการสั่งงานคอมพิวเตอร์

1.3 หลักทั่วไปของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาอีกแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นบูรณาการศาสตร์เข้าด้วยกัน เช่น การพัฒนาการเรียนการสอนจิตวิทยาการเรียนรู้ การสื่อสาร บทเรียนโปรแกรม วิธีระบบ ตลอดจนหลักการและเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ เป็นต้น (ยืน ภูววรรธ. 2531 : 123 - 124) ซึ่งศาสตร์ทั้งหลายดังกล่าวข้างต้นนี้ก็คือ พื้นฐานทางเทคโนโลยีทางการศึกษา นั่นเอง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบการสอนโดยใช้หลักการของวิธีระบบเป็นแนวทางเพื่อที่จะได้ให้แนวความคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม (บุญสืบ พันธุ์ดี. 2537: 85 - 91) ขั้นตอนสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกเป็น 4 แนวความคิดดังนี้

1. อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์ (2530 : 144) แนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย ได้สรุปเอาไว้ 11 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นตอนการเลือกเนื้อหา และกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป
2. ขั้นตอนของการวิเคราะห์ผู้เรียน
3. ขั้นตอนการกำหนดจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม
4. ขั้นตอนวิเคราะห์เนื้อหาซึ่งแยกออกเป็นหน่วยย่อย
5. ขั้นตอนออกแบบบทเรียนโปรแกรม
6. ขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรมตามแบบ
7. ขั้นตอนการลงมือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
8. ขั้นตอนป้อนข้อมูลเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์
9. ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพ
10. ขั้นตอนการนำไปใช้
11. ขั้นตอนประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข

2. อเลสซี และ ทรอลลิป (Alessi and Trollip. 1985 : 275) ได้วางแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 8 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียน
2. รวบรวมเอกสารต่าง ๆ ตลอดจนวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็น
3. ระดมความคิดจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อที่จะจัดทำเป็นบทเรียน
4. สรุปเป็นบทเรียนของตนเอง
5. ผลิตบทเรียนเป็นกรอบภาพลงบนกระดาษ
6. เขียนผังงานของบทเรียน
7. ลงมือเขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
8. ประเมินคุณภาพ และประสิทธิภาพของบทเรียน

3. เคมพ์ (Kemp. 1985 : 248) ได้สรุปขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนซึ่งว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญ ในการที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น 8 ขั้นตอน คือ

1. จัดเตรียมเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จะใช้งาน
2. ออกแบบและเขียนผังงาน(Flow Chart) ตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการสอน
3. พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวนและเสนอแนะ
4. วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. ลงมือเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคนิคทางด้าน

กราฟิกและทางด้านเสียง

7. จัดเตรียมวัสดุและสิ่งพิมพ์ที่จะใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

4. โรมมิสซอวสกี (Romiszowski. 1986 : 171 - 172) ได้เสนอขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 7 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
2. การวิเคราะห์พฤติกรรมเป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการ และกฎเกณฑ์เพื่อ

สร้างรูปแบบบทเรียน

3. การออกแบบบทเรียน
4. การสร้างบทเรียนตามที่ได้ออกแบบเอาไว้
5. การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
6. การทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
7. การประเมินผลความเที่ยงตรงทั้งทางด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์ และด้านการสอน

1.4 ลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอนแบบรายบุคคลประเภทหนึ่งที่น่าเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) ของสกินเนอร์ (Skinner) และเครื่องช่วยสอนของเพรสซี่ (Pressey) มาผสมผสานกัน (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2524 : 6) โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเป็นรายบุคคล โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถแก้ข้อบกพร่องของบทเรียนโปรแกรมได้ เช่น ความเร็วในการเสนอเนื้อหา การช้อนคำตอบ การเสริมแรง เป็นต้น ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อติศัพท์. 2530 ก :19 - 21 ,2530 ข :77- 80)

1. **ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน และบอกจุดประสงค์ของการเรียน เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วเขาจะสามารถทำอะไรได้บ้าง ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจ ไม่ว่าจะเป็นในลักษณะของภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือเป็นการผสมผสานกันหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (Menu) เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตนเอง

2. **ขั้นการเสนอเนื้อหา** เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในหัวเรื่องใด คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ ๆ (Frame) โดยอาจจะเสนอเนื้อหาในรูปแบบของตัวอักษร ภาพ เสียง ต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีเส้นการโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบ หรือจะเสนอเนื้อหาที่จะประเด็นโดยการเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้มากที่สุดตามความสามารถของเขา และมีการชี้แนะ (Prompting Cues) หรือการจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence) เพื่อที่จะช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. **ขั้นคำถามและคำตอบ** หลังจากการที่เสนอเนื้อหาของบทเรียนไปแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนนั้นมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อเรื่องที่เรียนผ่านมาก็จะมีการทบทวน โดยการให้ทำแบบฝึกหัด ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติม เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้ น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้ที่เรียนได้อีกด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบได้ในเวลาที่กำหนดเอาไว้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

4. **ขั้นการตรวจคำตอบ** เมื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้รับคำตอบจากผู้เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบและแจ้งผล ให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจออกมาในรูปแบบของข้อความ กราฟิก หรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น การให้คำชมเชย เสียงเพลง หรือแม้กระทั่งการให้ภาพกราฟิก และถ้าผู้เรียนตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกไป

ให้ หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้ตอบคำถามนั้นใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้น ๆ

5. ขั้นตอนการปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนนั้น ๆ แล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือสามารถสุ่ม (Random) ข้อสอบออกมาจากคลังของข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการที่ทำในครั้งแรก ๆ นั้นได้ หรือแอบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบนั้นเสร็จแล้วผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ตั้งแต่ที่แรกหรือไม่ รวมทั้งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ไปในการเรียนในหน่วยนั้น ๆ เป็นต้น

1.5 คุณค่าและประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.5.1 คุณค่าของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเป็นตัวกระตุ้นในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ทั้งจากการแปลกใหม่ของคอมพิวเตอร์ และความสามารถในการสร้างภาพ สร้างสี และเสียงที่เร้าความสนใจของผู้เรียนให้ผู้เรียนนั้นอยากเรียนอยู่ตลอดเวลา (ขนิษฐา ชานนท์. 2532 : 43)
2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสนองตอบต่อการเรียนรู้เป็นรายบุคคลเป็นอย่างดีเพราะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง โดยที่ไม่ต้องรอหรือเร่งตามเพื่อน (นิพนธ์ สุขปรดี. 2531 : 27 - 28) ผู้เรียนแต่ละคนมีโอกาสดำเนินการได้กับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยตนเอง จึงทำให้ไม่เกิดความเบื่อหน่ายที่จะเรียน (พิทักษ์ สิทธิศักดิ์. 2535 : 14)
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) และให้การเสริมแรง (Reinforcement) แก่ผู้เรียนได้อย่างรวดเร็ว ทั้งในรูปแบบของข้อความ เสียง หรือรูปภาพ เมื่อผู้เรียนทำผิดก็สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดได้ทันที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทันที (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530 : 7 – 8) นอกจากนี้ผู้เรียนยังไม่สามารถพลิกดูคำตอบหรือข้ามบทเรียนนั้นไปได้ (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80)
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถวัดผลการเรียนรู้ได้ ผู้เรียนสามารถรู้คะแนนทันทีที่สอบเสร็จ เป็นการลดภาระของครูด้วย เช่น ผู้เรียนได้คะแนนอยู่ในระดับหรือร้อยละเท่าไรของคะแนนสูงสุดที่มีผู้ทำคะแนนได้ในข้อสอบชุดนั้น (นิพนธ์ สุขปรดี. 2532 : 22)
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บข้อมูลได้มากมายทำให้ประหยัดพื้นที่เมื่อผู้เรียนต้องการที่จะเรียนเรื่องอะไรก็สามารถค้นหา และดึงเอาบทเรียนนั้นออกมาแสดงได้อย่างรวดเร็ว ทั้งยังสามารถสุ่มแบบฝึกหัด ข้อสอบ หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่ทำให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่ซ้ำกันได้ (สมชาย ทยานง. 2526 : 53 - 61) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความแม่นยำไม่มีความลำเอียง ไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย และไม่รู้เบื่อเมื่อผู้เรียนยังไม่เข้าใจบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็สามารถกลับไปทบทวนตรงที่ยังไม่เข้าใจนั้นได้ทันที (นิตยา กาญจนวรรณ. 2526 : 80)

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสอนที่มีระบบระเบียบและมีแบบแผนที่แน่นอนเพราะว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีการวางแผนในการสร้างบทเรียนทุกตอน สามารถตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขบทเรียนนั้น ๆ ได้ (Hall. 1982 : 362)

1.5.2 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการวิจัยศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียน กล่าวโดยสรุปดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนตามเอกัตภาพ (วารินทร์ รัตมีพรหม. 2525 : 75 ; นิพนธ์ สุขปรดี. 2526 : 42; คณิด ไช่มุกข์. 2527 : 23-24 ; ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215)
2. มีการป้อนกลับ (Feed Back) ทันทีทำให้ผู้เรียนเกิดความตื่นตัว ไม่เบื่อหน่าย (นิพนธ์ สุขปรดี. 2526 : 41 ; ศิริพร สาเกตอง. 2527 : 22 ; เรืองเดช วงศ์หล้า. 2529 : 103)
3. ผู้เรียนไม่สามารถพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนให้รู้จริง ๆ ก่อนที่จะผ่านบทเรียนไป (นิตยา กาณจนวรรณ. 2526 : 80)
4. ผู้เรียนสามารถทบทวนบทเรียนที่เคยเรียนในห้องเรียนใหม่ (Liu. 1975 : 1411 – A)
5. นักเรียนจะเรียนได้ดีกว่า และเร็วกว่าการสอนตามปกติ ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียนลง (เย็น ภูววรรณ และประภาส จงสถิตยวัฒนา. 2529 : 565)
6. สามารถประเมินผลตาม ความก้าวหน้าของผู้เรียนอัตโนมัติ (Hall. 1982:862 ; นิพนธ์ สุขปรดี. 2526 : 42)
7. ผู้เรียนได้แบบเรียนแบบ Active Learning (Morris. 1983 : 14)
8. ฝึกให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องคอยแก้ปัญหาอยู่ตลอดเวลา (Lui.1975 :1441-A)
9. ผู้เรียนสามารถเรียนตามลำพังด้วยตนเองได้ (Hall. 1982:862 ; Morris. 1983 : 12)
10. ทำให้เกิดความแม่นยำในวิชาที่เรียนอ่อน (Lui. 1975 : 1411 – A)
11. ช่วยให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน (นิพนธ์ สุขปรดี. 2526 : 42)
12. เป็นการสร้างนิสัยรับผิดชอบให้เกิดในตัวผู้เรียนเพราะไม่เป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียน แต่เป็นการเสริมแรงอย่างเหมาะสม (นิพนธ์ สุขปรดี. 2526 : 42)
13. เป็นการสอนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ (Student Centered) (ณรงค์ บุญมี. 2529 : 42)
14. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนที่ละน้อยจากง่ายไปยาก (Lui. 1975 : 1411 – A)
15. ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน (Lui. 1975 : 1411 – A)
16. สามารถทำเสียง สี รูปภาพ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน (สมชัย ชินะตระกูล. 2528 : 667)

1.6 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

พงษ์เพชร รัตนรัตน์ (2536 : 26-27) ได้เสนอข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย คือ

1. ขาดบทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ถึงแม้ว่าจะมีการสอนวิชาต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ประถมศึกษา ภาษาอังกฤษ สังคมศึกษา เป็นต้น แต่วิชาเหล่านี้โดยเฉพาะวิชาสังคมศึกษาและภาษาอังกฤษไม่ได้จัดกระบวนการเรียนการสอนตามหลักสูตรของประเทศไทย ทำให้ไม่สามารถนำบทเรียนสำเร็จรูปมาใช้โดยตรงได้จำเป็นต้องพัฒนาหรือปรับปรุงให้บทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับหลักสูตรของประเทศไทย และเป็นภาษาไทยให้นักเรียนไทยสามารถเข้าใจบทเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพอีกด้วย

2. ขาดบุคลากรที่มีความรู้ทางด้านการออกแบบระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เหมาะสมกับระบบการเรียนการสอนแต่ละท้องถิ่นของประเทศไทย ซึ่งมีความแตกต่างทางด้านสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งอำนวยความสะดวกอันเป็นปัจจัยหนึ่งของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทั้งนี้ เพราะค่าลงทุนขั้นต้นของการใช้คอมพิวเตอร์ระบบการสอนยังสูงอยู่ในปัจจุบัน เมื่อเทียบกับภาวะเศรษฐกิจของประเทศ

3. ผู้มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์อย่างดี ขาดความรู้ด้านการจัดระบบการศึกษา และฝึกอบรมบุคลากรในสาขาวิชาอื่นๆ และผู้ที่มีความรู้ความสามารถของการจัดระบบการศึกษาก็ขาดความรู้และทักษะการสอน ดังนั้นสิ่งแรกที่พึงกระทำในการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์การเรียนการสอนในประเทศไทย คือการพัฒนาบุคลากรผู้ใช้และพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์อย่างดีเป็นอันดับแรก

นอกจากปัญหาข้างต้นแล้ว การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะไม่บรรลุจุดประสงค์ได้ถ้าการเรียนการสอนขาดการสร้างบทเรียนที่ดี สร้างสถานการณ์จำลองที่ไม่ชัดเจน นอกจากนั้นการใช้อักขระสื่อความหมายกับผู้เรียน ควรมีหลักดังนี้ (บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ .2539 : 110-111)

1. สื่อความหมายให้ชัดเจน
2. การใช้อักขระเป็นเมนูสำหรับกำกับทางเดิน
3. การใช้ปุ่มอักขระบนจอภาพสำหรับการมีปฏิสัมพันธ์
4. เนื้อหาไม่ควรให้อ่านจากจอคอมพิวเตอร์
5. ควรใช้หน้าต่างเมื่อเนื้อหายาวเกินหน้าจอ
6. สร้างชีวิตชีวาและการเคลื่อนไหวให้อักขระ
7. การใช้เครื่องหมาย และสัญลักษณ์อาจเสียเวลามากกว่าจะค้นเคย

จะเห็นว่าข้อจำกัดในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ส่วนมากเป็นเรื่องที่แก้ไขค่อนข้างยาก อาจต้องใช้ผู้มีความรู้เรื่องคอมพิวเตอร์โดยตรง หรือผู้ใช้ต้องศึกษาคอมพิวเตอร์มาแล้วเป็นอย่างดี สามารถแก้ไขสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอด้วย

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.7.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ไฟรด์แมน (Friedman. 1974-A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการนำบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ มาใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าในระยะแรกผู้เรียนมีปัญหาด้านความเข้าใจบทเรียน แต่ต่อมาสามารถเข้าใจได้รวดเร็วขึ้น และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถช่วยให้ประหยัดเวลาในการเรียนไปได้อีก 3 ถึง 4 สัปดาห์

เมอร์ริท (Merritt. 1983 : 34 – A) ได้ศึกษาถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้และไม่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในโรงเรียนขนาดกลาง ตัวแปรอิสระที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้เป็นนักเรียนเกรด 6 และ 7 จำนวน 144 คน ได้กำหนดให้กลุ่มที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติเป็นกลุ่มควบคุม สำหรับตัวแปรที่ศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดความคิดรวบยอดด้วยตัวเอง ความวิตกกังวล เจตคติต่อครูและต่อโรงเรียน ผลปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในด้านการอ่านและการคำนวณ นักเรียนหญิง เกรด 6 และ นักเรียนชาย – หญิง เกรด 7 มีความคิดรวบยอดด้วยตัวเอง ความวิตกกังวล เจตคติที่มีต่อครูและต่อโรงเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ในตัวแปรเดียวกันนี้นักเรียนชาย เกรด 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นูแนน (Noonan. 1984 : 131 – A) ได้ศึกษาผลของการให้ข้อมูลป้อนกลับของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในสภาพการให้ข้อมูลป้อนที่แตกต่างกันออกไป 6 ลักษณะ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียน ไฮสกูล ชั้นปีที่ 1 และ 2 จำนวน 90 คน ได้จัดแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม และให้ทุกคนเรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบไว้สำหรับสอนวิชาคณิตศาสตร์ในกรณีที่ตอบผิด แต่ละกลุ่มจะได้รับข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกันเป็น 6 แบบ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 บอกคำตอบที่ถูกทันที

กลุ่มที่ 2 บอกคำตอบที่ถูก ในคำถามถัดไป

กลุ่มที่ 3 บอกคำตอบที่ถูกพร้อมคำอธิบาย ทันที

กลุ่มที่ 4 บอกคำตอบที่ถูกพร้อมคำอธิบาย ในคำถามถัดไป

กลุ่มที่ 5 บอกผลว่าผิด ทันที

กลุ่มที่ 6 บอกผลว่าผิดพร้อมคำอธิบาย ทันที

ผลการวิจัยพบว่า การให้ข้อมูลป้อนกลับโดยบอกคำตอบที่ถูกต้องให้ประโยชน์มากกว่าบอกผลว่าผิดเท่านั้น แต่การบอกผลว่าผิดพร้อมคำอธิบาย (แบบที่ 6) ให้ผลดีเท่ากับ การเฉลยคำตอบที่ถูก ส่วนการบอกผลว่าผิดโดยไม่มีการอธิบายมีประสิทธิภาพน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่า การอธิบายเพิ่มเติมหลังจากให้คำตอบที่ถูกต้องนั้นไม่มีผลในการเพิ่มประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลป้อนกลับนั้น

คอลลินส์ (Collins. 1985 : 3601 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 ชนิด โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาที่มีความสามารถทางการเรียนต่ำจำนวน 28 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรก เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับที่ให้เฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเท่านั้นเมื่อนักเรียนตอบผิด ส่วนกลุ่มที่สอง เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบให้คำอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนตอบผิด หลังจากเรียนครบทั้ง 5 บท

เรียนแล้ว ทำการทดสอบทันที รวมทั้งสอบถามเจตคติ หลังจากนั้นอีก 2 สัปดาห์ จึงทำการทดสอบอีกครั้ง เพื่อวัดความคงทนในการเรียนรู้

เมอร์เรล (Merrell. 1985 : 3502 – A) ได้ทำการวิจัยผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อความสามารถด้านพุทธิพิสัยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านโดยใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 67 คนแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มโดยให้

กลุ่มที่ 1 ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มที่ 2 มีประสบการณ์ในการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แต่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา

กลุ่มที่ 3 ได้รับการสอนโดยไม่ได้อาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยตรงจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสามารถด้านพุทธิพิสัยสูงกว่านักเรียนที่ไม่ได้ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยตรงในเนื้อหา

เจเกอร์ (Jaeger. 1987 : 5020 – A) ได้ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของการเสริมแรงต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้บทเรียนคณิตศาสตร์ 4 แบบ ซึ่งใช้จำนวนเวลาเรียนเท่ากันเพื่อสอนวิชาระบบจำนวนในชั้นมัธยมศึกษา บทเรียน 4 แบบมีความแตกต่างกันในเรื่องโครงสร้างของการเสริมแรง ซึ่งมีตั้งแต่การใช้เสียงและภาพกราฟิกไปจนถึงเพียงการให้รู้คำตอบที่ถูกต้องเท่านั้น โปรแกรมถูกออกแบบให้สามารถควบคุมเวลาเรียนได้ในการอ่านแฟ้มการสอน อ่านคำถาม และคำตอบตลอดจนคอยดูคำตอบที่ผิด ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้การเสริมแรงทั้ง 4 แบบนั้น ไม่แตกต่างกัน แต่ผู้วิจัยได้เสนอแนะไว้ว่า ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมต่อไปเพื่อค้นหาว่าจะใช้ยุทธศาสตร์การให้การเสริมแรงแบบใดที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเกี่ยวกับการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ซิคเลอร์ (Sickler. 1988 : 3045 – A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลของการสอนแบบบรรยายตามปกติกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับ 2 แบบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในระดับวิทยาลัย จำนวน 102 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยให้

กลุ่มที่ 1 เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติ

กลุ่มที่ 2 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบบอกคำตอบที่ถูกต้อง

กลุ่มที่ 3 เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม

ผลจากการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนมาจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายเนื้อหาเพิ่มเติม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยายตามปกติ

แฟรงค์ (Frank. 1989 : 3601 – A) ได้ประเมินผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 7 การศึกษาครั้งแรก พบว่ากลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้คะแนนเฉลี่ยในการทดสอบสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเล็กน้อย ส่วนการศึกษาครั้งที่สอง พบว่ากลุ่มทดลองไม่ได้พัฒนาไปมากกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากในการศึกษาครั้งแรก นักเรียนในกลุ่มทดลองเต็มใจที่จะเรียน ในขณะที่การศึกษครั้งที่สอง นักเรียนที่ได้รับมอบหมายงานให้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลจากการวิจัย

ชี้ให้เห็นว่า ความตั้งใจของนักเรียนที่จะใช้คอมพิวเตอร์สภาพแวดล้อมรอบ ๆ ตัว และวิธีการนำเสนอของบทเรียนเป็นสิ่งที่สำคัญที่สามารถจะส่งผลต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวมาทั้งหมด คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการทำงานสูง และนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้ในลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่าบทเรียนแบบโปรแกรมสามารถที่จะสนองหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้หลายด้าน เช่น การเสริมแรง การตอบสนอง การให้แรงจูงใจ ความแตกต่างระหว่างบุคคลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ความพร้อมของผู้เรียน เป็นต้น เมื่อนำบทเรียนแบบโปรแกรมมาใช้กับคอมพิวเตอร์จะทำให้เกิดการเรียนรู้ดีขึ้น ในต่างประเทศมีงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างแพร่หลาย ผลการวิจัยมักจะพบว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี มีเจตคติที่ดีต่อวิชาเรียนทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

1.7.2 งานวิจัยในประเทศ

ชูศรี ยินดีตระกูล (2529 : 64) ได้ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบกับแบบบอกให้รู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน โดยคัดเลือกจากระดับคะแนนคณิตศาสตร์ของผลการสอบประจำภาคของนักเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 72 คน สรุปผลดังนี้

1. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอนแบบค้นพบและแบบบอกให้รู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์กลุ่มสูงที่เรียนด้วยวิธีการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบค้นพบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบอกให้รู้
3. กลุ่มตัวอย่างที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มต่ำที่เรียนด้วยวิธีการสอนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบอกให้รู้ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบค้นพบ

ดำรงค์ ตาแจ่ม (2531 : 32 – 34) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ที่มีเกมประกอบเนื้อหา กับไม่มีเกมประกอบเนื้อหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนประถมสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 25 คน ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเกมประกอบในเนื้อหาของบทเรียน และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบในเนื้อหาของบทเรียนหลังจากเรียนจนจบบทเรียนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันที พบว่าผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบในเนื้อหาของบทเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ไม่มีเกมประกอบเนื้อหาของบทเรียน

นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์ (2531 : 30 – 32) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบาย และ ไม่อธิบายคำตอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ให้กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ และกลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ หลังจากเรียนจบบทแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ทันที พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายคำตอบ สูงกว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบไม่อธิบายคำตอบ

ฝนทิพย์ อมาตยกุล (2531 : 49 – 51) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนคณิตศาสตร์โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มควบคุมเรียนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครู ทั้ง 2 กลุ่มเรียนเรื่องอัตราส่วน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจโรจน์ แก้วอุไร (2531 : 21 – 23) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณ ประกอบกับไม่มีสัญญาณประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบไม่มีสัญญาณประกอบ และกลุ่มที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีสัญญาณประกอบ พบว่า ผลการเรียนรู้ทั้ง 2 กลุ่มไม่แตกต่างกัน

สิทธิชัย แสงทิพย์ (2531 : 29 – 31) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกลุ่มที่มีภาพการ์ตูนประกอบการป้อนกลับ กับกลุ่มที่มีเสียงดนตรีประกอบการป้อนกลับ และกลุ่มที่มีทั้งภาพการ์ตูนและเสียงดนตรีประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็น นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดบ่อ (นันทวิทยา) ปากเกร็ด นนทบุรี จำนวน 60 คน กลุ่มทดลองที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีภาพการ์ตูนประกอบการป้อนกลับ กลุ่มทดลองที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเสียงดนตรีประกอบการป้อนกลับ กลุ่มทดลองที่ 3 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีทั้งภาพการ์ตูนและเสียงดนตรีประกอบการป้อนกลับ หลังจากเรียนจบบทเรียนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ทันที จากนั้นนำผลคะแนนมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทิศทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองทั้งสามไม่แตกต่างกัน

นัยนา ลีระธรรม. (2535:253) ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกันที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่ได้รับการ

สอนตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การสอนกับระดับความสามารถมีปฏิสัมพันธ์กันต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกันมีเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การสอนกับระดับความสามารถไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อเจตคติในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

วีรเกียรติ ภูศิริ. (2535 : 28) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปทรงและปริมาตร จากสภาพแบบสมบูรณ์กับแบบต่อเนื่อง โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 30 คน พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องรูปทรงและปริมาตรของนักเรียนที่เรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสภาพแบบสมบูรณ์

พวงเพชร วัชรรัตนพงศ์. (2536 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของสสวท. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 50 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 25 คน ทำการทดสอบก่อนเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามวัดเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นให้กลุ่มทดลองเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมเรียนโดยการสอนตามคู่มือครู สสวท. เรื่องปริมาตรและพื้นที่ผิว ใช้เวลา 13 คาบๆละ 50 นาที จากนั้นทดสอบอีกครั้งด้วยแบบทดสอบฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูของสสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีเจตคติต่อคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน
2. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01
3. เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู สสวท. แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อการเรียน การเรียนรู้ว่านักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า การเรียนปกติ และใช้เวลาเรียนน้อยกว่าการเรียนที่ครูสอนปกติผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์เรื่อง “ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ”

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

2.1 เอกสารที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

2.1.1 ความหมายและลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรม

คำว่า “บทเรียนแบบโปรแกรม” นั้น ได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายอย่างด้วยกันซึ่งพอจะสรุปได้อย่างสั้น ๆ ได้ดังนี้บทเรียนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) คือ บทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง โดยเนื้อหาในบทเรียนจะมีลักษณะเป็นชั้นย่อย ๆ สั้น ๆ ซึ่งเรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถามต่อเนื่องกันไปตามลำดับชั้นจากง่ายไปหายากคำถามอาจเป็นชนิดให้สร้างคำตอบเอง หรือชนิดให้เลือกตอบและจะมีคำตอบเฉลยไว้ทุกกรอบเพื่อให้ผู้เรียนได้เปรียบเทียบกับคำตอบของตนทันที เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน

1. เนื้อหาวิชาที่แบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ กรอบเหล่านี้ขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่หนึ่งประโยคถึงหนึ่งย่อหน้า

2. ในแต่ละกรอบจะบรรจุคำอธิบายและคำถามเพื่อให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง (Response) อาจเป็นการตอบคำถาม หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีส่วนร่วมในการเรียน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหา การตอบสนองของผู้เรียนจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นว่า ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากน้อยเพียงใด

3. ผู้เรียนทราบผลทันทีว่า การตอบสนองของตนนั้นถูกหรือผิด การได้ทราบผลทันทีจัดว่าเป็นการเสริมแรง (Immediate Reinforcement) ถ้าคำตอบถูกจะทำให้ผู้เรียนเกิดความพอใจ และเป็นการยั่วให้อยากทำกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้ทราบว่าผิดอย่างไรและจะตอบได้ถูกต้องอย่างไร

4. กรอบต่าง ๆ จะต้องแบ่งลำดับจากชั้นหนึ่งไปยังอีกชั้นหนึ่ง จนถึงจุดหมายที่ต้องการ และต้องมีลักษณะต่อเนื่องกัน

5. จะต้องมียุทธวิธีประสงค์ในการสอน เพื่อการประเมินผลจะได้ถูกต้อง

6. มีการปรับปรุงบทเรียน โดยยึดการตอบสนองของผู้เรียนเป็นหลัก ถ้าผู้เรียนตอบผิดมากแสดงว่า บทเรียนไม่อาจสอนให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ จะต้องมีการปรับปรุง

7. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตามความสามารถของตนเอง

2.1.2 ประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรม

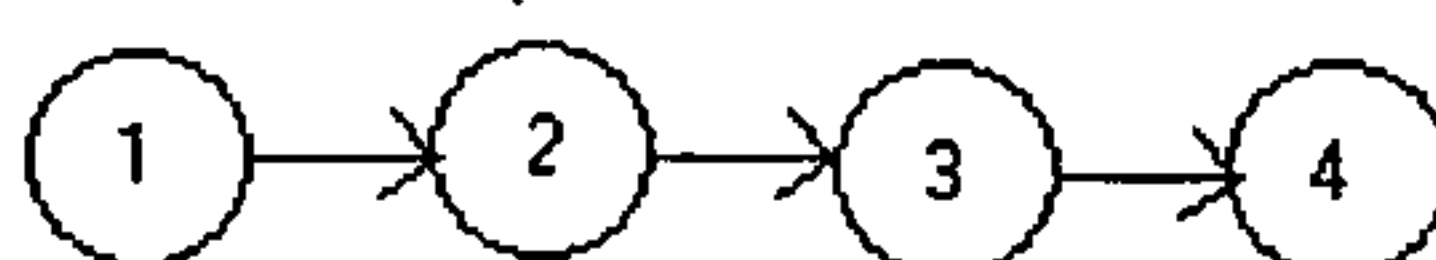
บทเรียนแบบโปรแกรม ถ้ายึดเอาวิธีการเสนอให้นักเรียนเป็นหลัก จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. เครื่องสอน (Teaching Machine)
2. บทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Textbook)

ถ้าแบ่งประเภทของบทเรียนแบบโปรแกรมโดยยึดเอาเทคนิคการเขียนและการลำดับเนื้อหาวิชาเป็นหลัก จะแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)
2. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)
3. บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดผสม (Mixed Program)

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)



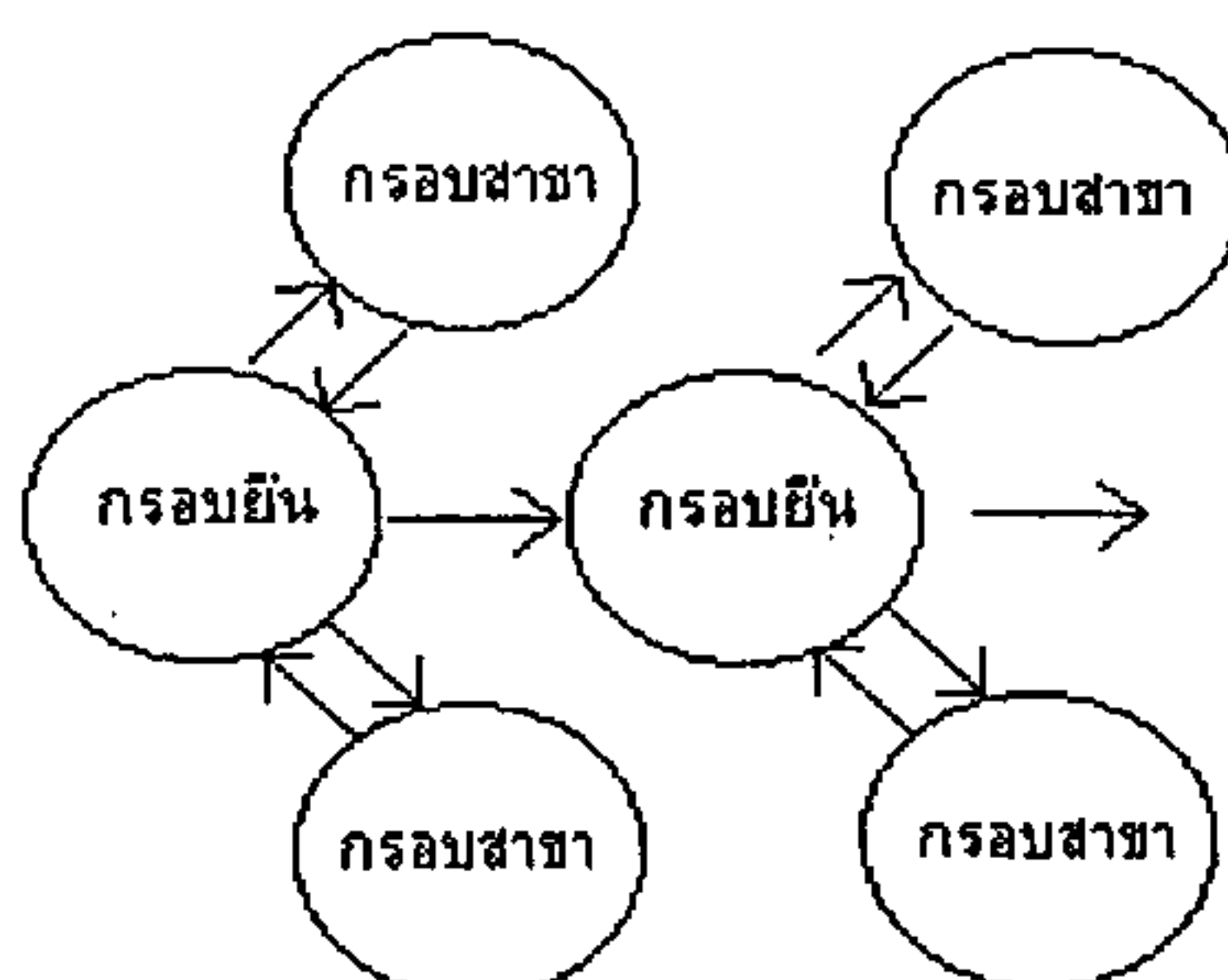
ภาพประกอบ 1 รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง

บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบ ซึ่งบรรจุเนื้อหาที่ย่อยแล้วจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มเรียนตั้งแต่กรอบแรกไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ สิ่งทีเรียนจากกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานในการเรียนกรอบต่อไป วิธีการเขียนบทเรียนชนิดนี้มักจะทำให้ผู้เรียนตอบคำถามในบทเรียน โดยคิดหา คำ วลี จำนวน หรือสัญลักษณ์มาเติมในช่องว่างที่เว้นไว้ในแต่ละกรอบ ดังนั้นบทเรียนชนิดนี้บางทีก็เรียกกันว่าเป็นบทเรียนชนิดให้สร้างคำตอบเอง (Constructed Response Type)

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงนี้ พัฒนามากจากผลงาน ของ บี.เอฟ.สกินเนอร์ (B.F. Skinner) และผู้ร่วมงาน เช่น เจมส์ ฮอลแลนด์ (James Holland) ตั้งแต่ปี ค.ศ.1950 ลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง คริสตินาเมอร์ธี (Krishnamurthy) ได้สรุปดังนี้

1. ประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ เรียกว่า กรอบ ซึ่งในกรอบหนึ่ง ๆ จะมีความคิดหรือตัวอย่าง หรือกฎเพียงข้อเดียว
2. ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองโดยการเขียนคำตอบลงในแต่ละกรอบ เพื่อจะได้นำคำตอบเหล่านี้มาวิเคราะห์ปรับปรุงบทเรียน คำตอบของผู้เรียนเป็นแบบสร้างคำตอบขึ้นมาเอง
3. ในกรอบหนึ่ง ๆ ควรมีการตอบสนองเพียงครั้งเดียว
4. ในกรอบแรก ๆ จะมีการชี้แนะ และนำทางเพื่อลดการตอบผิด สำหรับอัตรา การตอบผิดในบทเรียนหนึ่ง ๆ ตามปกติจะน้อยกว่า 5%
5. มีคำตอบเฉลยให้ทันทีในแต่ละกรอบ
6. ผู้เรียนทุกคนจะเรียนเนื้อหาวิชาที่เรียงตามลำดับกรอบแบบเดียวกันไปตลอด
7. ผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาในการเรียนแตกต่างกันไปตามความสามารถของแต่ละบุคคล

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)



ภาพประกอบ 2 รูปแบบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขา

บทเรียนจะประกอบด้วยกรอบหลัก ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียน กรอบเหล่านี้ เรียกว่า “กรอบยีน” (Home Pages) หมายถึง กรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียนแต่ละกรอบ ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องทั้งหมดก็จะเรียนตามกรอบยีนตลอดไป ในแต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่สอนอย่างสั้น ๆ ประมาณหนึ่งถึงสองย่อหน้า แล้วต่อด้วยคำถามให้ผู้เรียนตอบ ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกคำตอบมี 3 ตัวเลือก (หรือมากกว่าก็ได้) ในแต่ละตัวเลือกจะบอกหน้ากำกับไว้ให้ผู้เรียนพลิกไป เมื่อผู้เรียนเลือกคำตอบในกรอบยีนแต่ละกรอบจะมีกรอบสาขา (Branch) 2 กรอบ (สำหรับคำถามชนิด 3 ตัวเลือก) ไว้สำหรับผู้เรียนที่เลือกคำตอบไม่ถูกกรอบสาขาเหล่านี้จะแนะนำหรืออธิบายเพิ่มเติมแล้วจึงให้ผู้เรียนกลับไปกรอบยีนอีกครั้ง

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานี้ พัฒนามาจากผลงานของ คราวเดอร์ (Norman A. Crowder) เขาไม่เห็นด้วยกับหลักของสกินเนอร์ที่ว่า บทเรียนจะต้องให้ผู้เรียนตอบสนองโดยถูกต้องมากที่สุดจึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ คราวเดอร์ เชื่อว่าคำตอบของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญมากจะบอกให้ทราบว่าผู้เรียนมีความรู้หรือไม่มีความรู้ในเรื่องใดมาก่อน การเรียนในขั้นต่อไปจะขึ้นอยู่กับคำตอบของผู้เรียน ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะต้องได้รับการแก้ไข และได้รับการสอนซ่อมเสริมซึ่งก็จะเหมือนกับการสอนพิเศษเพิ่มเติม

คริสนาเมอร์ธี (Krishnamurthy) ได้สรุปลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานี้ไว้ดังนี้

1. กรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดสาขานี้จะใหญ่กว่ากรอบของบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง ในกรอบหนึ่ง ๆ จะบรรจุความคิด 2 – 3 ความคิด
2. มีคำถามเพียงคำถามเดียวในแต่ละกรอบ ส่วนมากจะอยู่ตอนท้ายสุดของกรอบ
3. ในการตอบคำถามนั้น ผู้เรียนต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างความคิดที่ให้ไว้ในกรอบและพยายามเข้าใจสิ่งที่ผู้เขียนและไว้ แล้วเลือกคำตอบที่ถูก
4. บทเรียนชนิดนี้ไม่พยายามที่จะลดการตอบผิดของผู้เรียน เพราะคำตอบผิดของผู้เรียนจะถูกนำไปอธิบายและสอนซ่อมเสริมให้
5. บทเรียนชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทเลือกตอบ ซึ่งตรงข้ามกับชนิดเส้นตรงที่ให้สร้างคำตอบขึ้นเอง
6. จากคำตอบของผู้เรียน ผู้เรียนแต่ละคนจะมีลำดับในการเรียนที่ต่างกัน ถ้าตอบถูกก็จะก้าวไปสู่โมโนทัศน์ (Concept) ใหม่ต่อไป ถ้าตอบผิดก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริม

บทเรียนแบบโปรแกรมชนิดผสม (Mixed Program)

เป็นบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้ชนิดเส้นตรง (Straightforward Linear Program) และชนิดสาขา (Branching Program) ผสมกัน ผู้ศึกษาจะต้องอ่านกรอบหลักหรือกรอบยีนต่อเนื่องกันไป

2.1.3 จิตวิทยาที่ใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม

ซีแมน (Zeaman. 1959 : 167 – 176) การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมต้องอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยาการเรียนรู้ นักจิตวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อการสอน โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ บี. เอฟ. สกินเนอร์ ทฤษฎีของสกินเนอร์ ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมมีดังนี้

#149305

1.เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) พฤติกรรมที่สำคัญที่สุดของมนุษย์นั้นประกอบด้วย การตอบสนองต่าง ๆ ที่แสดงออกไป การตอบสนองเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นส่วนความรู้และทักษะพื้นฐาน การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงอัตราการตอบสนอง การเปลี่ยนเช่นนี้ทำได้โดยการเสริมแรงหรือลดการเสริมแรง เงื่อนไขการตอบสนองที่นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรม 3 แบบ คือ

1.1 การตอบสนองควบคุมหรือการตอบสนองที่มีเงื่อนไข (Controlled Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ S1 R S2 เมื่อ S1 เป็นสิ่งเร้าคือกรอบของบทเรียน R เป็นการตอบสนองของผู้เรียน ซึ่งอาจจะถูกหรือผิด การตอบสนองของผู้เรียนจะขึ้นกับสิ่งเร้า S1 เมื่อผู้เรียนตอบสนองแล้วจึงมีกรอบของบทเรียนที่ 2 คือ S2 เสนอให้ผู้เรียนต่อไป

1.2 การตอบสนองอิสระหรือการตอบสนองที่ไม่มีเงื่อนไข (Free Operant Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ S1 R S2 R S2 R S2 เมื่อ S1 เป็นกรอบของบทเรียนที่ 1 เป็นสิ่งเร้า ผู้เรียนจะตอบสนองและมี S2 เป็นกรอบของบทเรียนที่เป็นกรอบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ เป็นสิ่งเร้าให้ผู้เรียนตอบสนองในลักษณะเดียวกันจนเกิดเป็นการตอบสนองชนิดไม่มีเงื่อนไขขึ้น

1.3 ตอบสนองแบบคลาสสิก (Classical Conditioning) การตอบสนองแบบนี้เขียนเป็นสัญลักษณ์ได้ดังนี้ S1 S2 R เมื่อ S1 เป็นบทเรียนกรอบที่ 1 ได้เสนอผู้เรียนแล้ว จะไม่มีคำถามให้ผู้เรียนตอบสนองแต่จะมีกรอบที่ 2 คือ S2 เป็นสิ่งเร้าอีกตัวหนึ่ง แล้วจึงมีคำถามให้ผู้เรียนตอบ

2. การเสริมกำลัง (Reinforcement) เมื่อผู้เรียนแสดงอาการตอบสนองผู้ฝึกสามารถใช้สิ่งเร้าบางอย่างที่อาจเปลี่ยนอัตรากำลังใจตอบสนองหรือไม่เปลี่ยนก็ได้ ถ้าเปลี่ยนอัตราการตอบสนองเรียกสิ่งเร้าใหม่นั้นว่า ตัวเสริมแรง (Reinforcement) ตัวเสริมแรงที่นำมาใช้ได้ง่ายที่สุด คือ การรู้ผล (Knowledge of Result) บทเรียนแบบโปรแกรมได้นำการรู้ผลมาเป็นตัวเสริมแรง ในคำถามแต่ละกรอบจะมีคำตอบเฉลยไว้ให้เมื่อนักเรียนตอบสนองแล้วเขาสามารถรู้ได้ว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด เป็นการเสริมแรงทันทีทันใด

3. การหยุดตอบสนอง (Extinction) ถ้าการตอบสนองนั้นมีการเสริมแรงแล้วมีอัตราการตอบสนองสูง เราอาจลดอัตราการตอบสนองให้ลงมาอยู่ในระดับเดิมก็ได้ จนกระทั่งในที่สุดจะไม่มีผลสำคัญ ไม่มีความหมาย และไม่มีการเรียนรู้ต่อไป ในบทเรียนแบบโปรแกรมการตอบสนองที่ไม่ถูกต้องของผู้เรียนจะลบเลือนไปเพราะไม่ได้รับการเสริมแรง

4. การดัดรูปพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมการเรียนรู้บางอย่างซับซ้อนมากมักจะประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป และแต่ละขั้นก็จะไม่เกิดขึ้นเดี่ยว ๆ กรรมวิธีที่จำเป็นคือการรู้ลำดับขั้นสุดท้าย และค่อย ๆ เสริมแรงทีละขั้น หากมีการเสริมแรงทันที การเรียนรู้ก็จะเกิดขึ้นได้ จากหลักจิตวิทยาอันนี้ได้นำมาใช้ในบทเรียนแบบโปรแกรมโดยแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่เรียกว่า กรอบ แล้วให้ผู้เรียนเรียนไปที่ละขั้นทีละกรอบที่เรียงกันอยู่อย่างมีระเบียบ จนกระทั่งถึงจุดหมายที่ต้องการ

2.1.4 หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

ฟราย (Fry. 1963 : 38 – 41) ได้ให้หลักพิจารณาในการจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรดังนี้

1. ตัวผู้เรียน ผู้สร้างบทเรียนจะต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับตัวผู้เรียน เช่น อายุ พื้นฐานสังคม ความสามารถทางการเรียน ประสบการณ์เดิม ระดับการศึกษา รวมถึงความต้องการของผู้เรียนด้วย เพื่อนำมาใช้ประกอบการเขียนบทเรียน

2. ผลที่ต้องการ ผู้สร้างบทเรียนจะต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนวัตถุประสงค์ในการสอนก่อนว่าต้องการให้ผู้เรียนรู้อะไร บทเรียนจะต้องไม่สอนผู้เรียนนอกเหนือจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ หรือไม่น้อยกว่าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เช่นเดียวกันถ้าวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ไม่ชัดเจนแบบที่ออกมา ก็ไม่สามารถจะประเมินได้ว่าประสบผลสำเร็จเพียงใด

3. เนื้อหาวิชา เมื่อตั้งวัตถุประสงค์ในการสอนแล้ว ต่อมาจะต้องพิจารณาเนื้อหาวิชา โดยปกติควรมีการเขียนขอบเขตและโครงสร้างของเนื้อหาวิชาอย่างคร่าว ๆ ก่อน จากนั้นจึงแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อจะได้นำมาเขียนเป็นกรอบตามลำดับก่อนหลัง ระวางอย่าให้มีการกระโดดข้ามชั้น และให้พิจารณาเรื่องเวลาในการเรียนด้วย

4. วิธีสอน วิธีสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมเป็นเพียงวิธีการสอนวิธีหนึ่งเท่านั้น ก่อนจัดทำบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องใด ควรได้พิจารณาว่ามีวิธีสอนอื่นที่ดีกว่าการสอนใช้บทเรียนแบบโปรแกรมหรือไม่ จะใช้บทเรียนนี้สอนให้ผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคลหรือจะใช้บทเรียนเพื่อสอนซ่อมเสริม หรือเพื่อจุดประสงค์อย่างอื่น เหล่านี้ควรพิจารณาก่อนสร้างบทเรียน

5. ค่าใช้จ่าย ก่อนจะสร้างบทเรียน ควรพิจารณาว่าสิ้นเปลืองมากน้อยเพียงใด การที่เสียไปคุ้มหรือไม่

6. แบบของบทเรียนแบบโปรแกรม การจะสร้างบทเรียนควรดูว่าควรเลือกสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดใดจึงจะเหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ตัวผู้เรียน และวัตถุประสงค์ที่ต้องการ สกินเนอร์ และฮอลแลนด์ ได้ให้หลักการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดให้เดิมคำถาม ไว้ดังนี้ (Fry. 1963 : 48 – 49)

1. ให้การเสริมแรงทันทีที่ผู้เรียนตอบสนองทุกครั้ง
2. บทเรียนต้องเป็นแบบที่ผู้เรียนตอบสนองออกมาอย่างเห็นได้ชัด
3. ให้ผู้เรียนมีโอกาสตอบถูกให้มากที่สุด เพราะการตอบผิดจะทำให้ผู้เรียนเบื่อและขาดความเชื่อมั่นในตนเอง
4. เนื้อหาวิชาแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ เรียงตามลำดับขั้น ผู้เรียนจะเรียนติดต่อกันไปเรื่อย ๆ ทีละขั้น
5. ค่อย ๆ ขจัดสิ่งที่ยกให้ผู้เรียนเดาคำตอบได้ เพราะถ้าผู้เรียนเดาก็จะไม่เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง
6. ควบคุมพฤติกรรมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสนใจ จดจ่ออยู่ที่การตอบสนองในบทเรียนเท่านั้น
7. การฝึกให้จำแนกอย่างชัดเจน จำเป็นต้องมีเพื่อให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์
8. ผู้เรียนจะต้องเขียนคำตอบของตนเองลงในบทเรียน

2.1.5. เทคนิคการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม

1. เทคนิคการสร้างบทเรียนชนิดให้ผู้เรียนสร้างคำตอบเอง

บทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเองนี้ จะมีรูปประโยคที่ไม่เต็มความ มีช่องว่างเว้นไว้ให้ผู้เรียนเติมคำ หรือเติมข้อความให้สมบูรณ์และถูกต้อง โดยจะไม่มีตัวเลือกของคำตอบให้ผู้เรียนเลือก ผู้เรียนจะต้องนำความรู้ที่ตนมีอยู่มาตอบเอง

ลักษณะเบื้องต้นของบทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเอง มีอยู่ 2 ส่วน ส่วนหนึ่งเรียกว่า กรอบตั้งต้น และอีกส่วนหนึ่งเป็นกรอบฝึกหัด ซึ่งมีอยู่อย่างน้อยหนึ่งกรอบ แต่จะมีกี่กรอบก็ได้ แล้วแต่ความจำเป็นที่ให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดไปจนกระทั่งถึงขั้นความสามารถที่ต้องการ กรอบตั้งต้นแต่ละกรอบ ถ้าจะให้ดี ควรตามด้วยกรอบแบบฝึกหัดหลาย ๆ กรอบ

ลำดับขั้นแต่ละตอนของบทเรียนแบบผู้เรียนสร้างคำตอบเอง อาจแบ่งได้เป็น 4 ขั้น คือ

1. กรอบตั้งต้น (Set Frame) เป็นกรอบที่มีข้อความรู้ให้ผู้เรียนศึกษาแล้วให้ผู้เรียนตอบ โดยที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้สำหรับจะใช้ตอบมาก่อนที่จะถึงกรอบนี้ก็ได้แต่ผู้เรียนจะสามารถอนุมานคำตอบจากข้อมูลซึ่งอยู่ในกรอบนั่นเอง กรอบนี้จะเป็นหน่วยที่สมบูรณ์โดยตัวเอง ไม่ต้องขึ้นอยู่กับการรู้ที่ผ่านมาก่อน อันนี้เป็นลักษณะของกรอบตั้งต้นโดยทั่วไป

2. กรอบฝึกหัด (Practice Frame) เป็นกรอบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดสิ่งที่เขาเรียนรู้หรือเกี่ยวกับความรู้ที่พบมาจากกรอบตั้งต้น ข้อสำคัญสำหรับกรอบฝึกหัดคือ ควรให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดเฉพาะข้อความรู้ที่เรากำหนดให้ผู้เรียนตอบในกรอบตั้งต้นได้ถูกต้องเท่านั้น จะเห็นว่า กรอบฝึกหัดจะมีขึ้นโดยลำพังไม่ได้ ต้องขึ้นอยู่กับการรู้ที่เรียนรู้อยู่แล้วในกรอบก่อน

3. กรอบสุดท้าย (Terminal Frame) โดยปกติกรอบของบทเรียนจะเรียงจากง่ายไปหายาก ในกรอบสุดท้ายผู้เรียนจะได้รับการนำทางหรือการชี้แนะน้อยที่สุด หรือไม่มีเลย และผู้เรียนจะต้องตอบสนองด้วยตนเอง จะเห็นว่าในกรอบสุดท้ายนี้จะมีสิ่งเร้าให้น้อยที่สุด แต่ต้องการให้ตอบสนองมาก ซึ่งตรงข้ามกับกรอบตั้งต้น ซึ่งมีสิ่งเร้ามาก แต่ต้องการตอบสนองเพียงเล็กน้อย

4. กรอบรองกรอบสุดท้าย (Sub – Terminal Frame) ในการสร้างบทเรียนให้ผู้เรียนตอบเองนั้น กรอบสุดท้ายจะถูกสร้างขึ้นก่อน แล้วจึงมาสร้างกรอบรองกรอบสุดท้าย กรอบรองกรอบสุดท้ายจะเป็นกรอบที่นำไปสู่กรอบสุดท้าย เป็นกรอบที่ให้ข้อมูลที่จำเป็นแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้สนองตอบในกรอบสุดท้าย กรอบรองกรอบสุดท้ายกรอบแรกจะมีข้อความรู้ส่วนหนึ่งที่จะนำไปใช้ในกรอบสุดท้าย กรอบรองสุดท้ายที่อยู่ถัด ๆ ไปก็จะสะสมข้อความรู้ขึ้นไป กรอบเหล่านี้จะสร้างคำตอบคำหัวข้อต่อหัวข้อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งผู้เรียนบรรลุถึงขั้นความสามารถที่จะสนองตอบกรอบสุดท้ายได้อย่างถูกต้อง

2. เทคนิคการเขียนกรอบ

ดีเวล (Dewal. n.d. : 29) การเขียนกรอบนั้นเป็นงานด้านเทคนิคที่ยากและต้องใช้เวลามาก บุคคลที่เคยมีประสบการณ์ในการเขียนกรอบมาก่อน จะมีความเห็นพ้องกันว่า ขั้นที่ยากมากที่สุดในกระบวนการทั้งหมดก็คือการลงมือเขียนกรอบนี้เอง

โทมัส (Thomas. 1965 : 66) กรอบของบทเรียนกรอบโปรแกรม ควรมีลักษณะดังนี้

1. ในกรอบหนึ่ง ๆ จะมีเนื้อหาวิชาซึ่งแบ่งเป็นหน่วยเล็ก ๆ ที่จะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยย่อยที่อยู่ในกรอบถัดไป
2. เนื้อหา และคำอธิบายนั้นจะต้องดึงดูดความสนใจของผู้เรียน
3. จะต้องหาทางทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้
4. การเขียนเนื้อหาในแต่ละกรอบควรให้พาดพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้ศึกษามาก่อนแล้ว เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนแล้วไปในตัว

5. ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องทันที เพื่อเป็นการเสริมแรง

เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละกรอบ ต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจน ถูกต้องตามหลักภาษา และการใช้ภาษา หากจะต้องใช้คำศัพท์ควรเป็นคำศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อเรื่องจะต้องถูกต้องตามหลักวิชา และมีความต่อเนื่องในแต่ละกรอบ

กรอบบางกรอบอาจไม่ต้องการคำตอบ เช่น การแนะนำบทเรียน หรือวิธีทำบทเรียน หรืออธิบายเนื้อหา ที่จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบต่อไป โดยยังไม่ต้องการคำตอบก็ได้

ดีเวล (Dewal. n.d. : 32 – 38) ให้เทคนิคการเขียนกรอบไว้ดังต่อไปนี้

กรอบแต่ละกรอบจะแบ่งเทคนิคไว้ 3 ตอน คือ

ตอนที่หนึ่งเป็นสิ่งที่เร้า

ตอนที่เป็นการตอบสนอง

ตอนยืนยันคำตอบซึ่งเรียกกันว่าตอนเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง

กรอบบางกรอบอาจจะเสนอแต่สิ่งเร้า โดยไม่ต้องการการตอบสนองการเสนอสิ่งเร้าเป็นจุดสำคัญของการเขียนบทเรียน ถ้าสิ่งเร้าถูกเสนออย่างเหมาะสมก็จะสร้างพฤติกรรมที่ต้องการได้ การเสนอสิ่งเร้าอย่างคลุมเครือจะสร้างคำตอบที่คลุมเครือด้วย

ดีเวล ได้เสนอข้อควรระวังในการเขียนกรอบไว้ดังนี้

ข้อควรระวังสำหรับการเสนอสิ่งเร้า

1. อย่าชี้แนะหรือนำทางผู้เรียนมากเกินไป ต้องระลึกไว้ว่าการชี้แนะทางมากเกินไปจะมีข้อเสียมากเท่า ๆ กับการชี้แนะทางที่น้อยเกินไป
2. อย่าใส่ข้อความที่ไม่จำเป็นหรือคำพูดที่วกวน
3. อย่าใช้คำศัพท์ซึ่งผู้เรียนไม่รู้มาก่อน ถ้าจะใช้จะต้องสอนคำนั้นเสียก่อนแล้วจึงนำมาใช้

ข้อควรระวังสำหรับตอนที่เป็นการตอบสนอง

1. พิจารณาว่าคำตอบสนองที่ต้องการ ต้องไม่เป็นสิ่งไร้สาระหรือไม่อยู่ในประเด็น
2. ควบคุมคำตอบสนองให้อยู่ในวงจำกัดอย่าให้มีคำตอบได้หลายคำตอบ คำตอบสนองที่ขาดการควบคุม อาจแก้ไขได้โดยการให้สิ่งเร้าที่เหมาะสม
3. การตอบสนองนั้นผู้เรียนจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อเกิดความเข้าใจที่แท้จริงแล้ว คำตอบที่ได้โดยไม่ต้องคิดจะไม่เกิดการเรียนรู้เลย

4. พิจารณาคำตอบที่ประหยัดหรือไม่ แทนที่จะเขียนอย่างเต็มความ ควรให้ผู้เรียนบันทึกในรูปสัญลักษณ์แทน

ข้อควรระวังในการเฉลยคำตอบ

1. พิจารณาคำตอบที่ถูกต้องได้กำหนดให้ไว้แล้วในที่ ๆ เหมาะสม
2. ถ้าต้องการคำตอบที่มากกว่าหนึ่งคำตอบ และลำดับของคำตอบไม่สำคัญ ให้บอกผู้เรียนว่าเขาสามารถบันทึกคำตอบลำดับอย่างไรก็ได้
3. ถ้าผู้เรียนให้คำตอบสนองที่มีความหมายใกล้เคียงกับคำตอบที่เฉลยไว้ก็ควรบอกให้เขาทราบว่า คำตอบของเขาเป็นที่ยอมรับด้วย

2.2 งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรม

2.2.1 งานวิจัยต่างประเทศ

ในต่างประเทศมีการวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เป็นจำนวนมาก และได้มีการวิจัยเรื่อย ๆ มา สำหรับในที่นี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวเฉพาะการวิจัยที่น่าสนใจและตีพิมพ์ระหว่าง ค.ศ. 1970 - ค.ศ. 1975 ซึ่งแยกเป็นหัวข้อได้ดังนี้

1. งานวิจัยเปรียบเทียบระหว่างการสอนด้วยบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ

มอนทีมูโร (Montemuro. 1971 : 6312-A) ได้ทดลองเปรียบเทียบเกี่ยวกับวิธีสอน 3 วิธี โดยใช้เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง "Latin Square Design" วิธีการสอน 3 วิธี ที่กล่าวนี้ มีดังนี้

1. โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม
2. โดยใช้ Audio-Projected
3. โดยการบรรยายตามปกติ

ผลปรากฏว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมประหยัดเวลามากที่สุด และนักเรียนชอบเรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมมากที่สุด แต่การสอนทั้งสามแบบก็ไม่สามารถเปลี่ยนเจตคติของนักเรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้

วิลเลียมส์ (Williams. 1972 : 2700-A) ได้ทดลองเปรียบเทียบวิธีสอน 3 แบบ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามวิธีสอนดังนี้

- กลุ่มที่ 1 สอนแบบธรรมดา ครูบรรยาย สาธิต อภิปราย ชักถามและทำงานในห้องเรียน
- กลุ่มที่ 2 สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน
- กลุ่มที่ 3 สอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์

วิชาที่ใช้ทดลองเป็นวิชาคณิตศาสตร์ธุรกิจ ในการสอนทุกกลุ่มใช้ครูคนเดียวกัน ใช้เวลาเท่ากันและทำงานเท่ากัน ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นสไลด์ ได้คะแนนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ทำเป็นแบบเรียน

เกอร์เบอร์ (Gerber.1974 : 4908 - 4909 - A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลการสอน เรื่อง การสรุปพาดพิงเชิงตรรกวิทยา (Logical Inferences) โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมที่มีต่อความสามารถในการเรียนการเขียนพิสูจน์ (Proof Writing) เขาศึกษาองค์ประกอบ 3 อย่างคือ

1. การสรุปหาพิพจน์เชิงตรรกวิทยาจะสอนได้ดีโดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือสอนตามปกติในชั้นเรียน

2. นักเรียนที่มีความสามารถสูงและมีความสามารถต่ำ กลุ่มไหนเรียนได้ดีกว่ากัน

3. การใช้เรขาคณิต และพีชคณิตเป็นตัวอย่างในบทเรียนแบบโปรแกรมกับการใช้ตัวอย่างเป็นเรขาคณิต และตัวอย่างอื่น ที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ในบทเรียนแบบโปรแกรม อย่างไหนจะได้ผลดีกว่ากัน

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนในมหาวิทยาลัย จำนวน 101 คน สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

3.1 นักเรียนที่เรียนการสรุปหาพิพจน์เชิงตรรกวิทยาโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมสามารถเรียนการเขียนพิสูจน์ได้ดีกว่ากลุ่มที่เรียนตามปกติในชั้นเรียน แต่ทั้งสองกลุ่มก็สามารถเรียนการพิสูจน์ได้ดีขึ้น

3.2 กลุ่มที่มีความสามารถสูงและต่ำ สามารถเรียนการเขียนพิสูจน์ได้ดีขึ้นทั้งสองกลุ่มหลังจากที่ได้เรียนการสรุปหาพิพจน์เชิงตรรกศาสตร์แล้ว

3.3 นักเรียนกลุ่มที่เรียนบทเรียนแบบโปรแกรม ซึ่งมีตัวอย่างในเรขาคณิต และตัวอย่างอื่นที่ไม่เป็นคณิตศาสตร์ จะมีผลการเรียนการพิสูจน์ไม่แตกต่างกัน

2. งานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ

ไวท์ (White. 1970 : 3373 – A) ได้วิจัยการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมหาวิทยาลัยโดยทดลองกับนักเรียนซึ่งมีพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์อ่อนมาตั้งแต่ระดับมัธยมศึกษา วิธีการทดลองใช้วิธีเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติ ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมทำคะแนนในเรื่องการคำนวณได้สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามปกติ แต่ในการแก้ปัญหาโจทย์ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

วีเบอร์ (Weber. 1971 : 3911 – A) ได้ทดลองสอนคณิตศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัยกับนักเรียนที่จะต้องเรียนซ่อมในวิชานั้น โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม จะใช้บทเรียนแบบโปรแกรมเป็นอุปกรณ์การสอน แต่กลุ่มหนึ่งจะได้รับการสอนเป็นรายบุคคลจากครู และอีกกลุ่มหนึ่งได้รับการบรรยาย อภิปราย ผลปรากฏว่า ผลการเรียนของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชายก็ไม่แตกต่างกัน

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนแบบโปรแกรม เพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนมีผลการเรียนสูงกว่าปกติ และใช้เวลาน้อยกว่าการเรียน ที่ครูสอนในชั้นเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำมาเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง " ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

2.2.2 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยนั้น ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการสร้างบทเรียน การหาประสิทธิภาพของบทเรียน และการทดลองสอนเปรียบเทียบระหว่างบทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนตามปกติในชั้นเรียน การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งมีดังนี้

พลรัตน์ ลักษณะียนาวิน (2514) ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองสอนพีชคณิต โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป" ผู้วิจัยได้นำบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาพีชคณิตที่ผลิตโดยกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร พีชคณิต บทเรียนมี 259 กรอบ ทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โรงเรียนวัดธาตุทอง และโรงเรียนวชิรธรรมสาธิต โรงเรียนละ 60 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน กลุ่มแรกให้เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรม โดยมีครูคอยช่วยเหลือเป็นรายบุคคล กลุ่มที่สองให้เรียนจากครู โดยใช้บทเรียนธรรมดาประกอบ ใช้เวลาเรียน 5 ชั่วโมงเท่ากัน ผลการทดลองปรากฏว่า การสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมได้ผลดีกว่าการสอนแบบธรรมดา

จิตรา โอภาสทิพากร (2518) ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่อง"เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมและหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนวิสุทธิรังษี จังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 96.52/84.64 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่ปรากฏว่า คะแนนการสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแล้วบทเรียนแบบโปรแกรมนี้มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างแท้จริง

ปรีปติ ฉิมแจ่ม (2518) ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่องตรรกศาสตร์สัญลักษณ์เบื้องต้น แล้วนำนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนวัดสระเกศ กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ซึ่งเลือกมาโดยการสุ่มปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากการสอบแบบปกติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาณี ดริศิริพิศาล (2518) ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมเรื่องจำนวนเชิงซ้อน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ห้า" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมและหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โรงเรียนสหพาณิชย์ กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.74/88.68 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่จากการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนบทเรียนแบบโปรแกรมนี้แล้ว ปรากฏว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่าบทเรียนแบบโปรแกรมนี้ที่มีประสิทธิภาพพอที่จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น

วิทยา ศิริเสวีวรรณ (2518) ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรง เรื่องความน่าจะเป็นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สาม ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนสตรีวิทยา กรุงเทพมหานคร จำนวน 80 คน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนจากวิธีสอนแบบปกติไม่แตกต่างกัน

สุลัดดา ไชยบุตร (2518) ได้วิจัยเรื่อง "การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง" มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามมาตรฐาน 90/90 โดยทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร จำนวน 100 คน ผลปรากฏว่า บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็น 95.58/88.48 ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานตัวหลังที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตาม บทเรียนแบบโปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียน มีความรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ (2518) ได้วิจัยเรื่อง "การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง เซตในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง" โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ" ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนแบบโปรแกรมชนิดเส้นตรงเรื่อง เซต ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง แล้วนำไปทดลองสอนเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง ปีการศึกษา 2517 โรงเรียนกบินทร์วิทยา อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จำนวน 70 คน ปรากฏว่านักเรียนที่เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมและนักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น .05

ณัฐ จันแยม (2530 : 57-61) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบปกติสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง โรงเรียนไชยฉิมพลีวิทยาคม และเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้นตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม และนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปหาประสิทธิภาพ โดยทำการทดลองตามลำดับขั้น หนึ่งต่อหนึ่ง และชั้นกลุ่มเล็ก 10 คน เพื่อปรับปรุงบทเรียนก่อนการทดลองภาคสนามกับกลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 38 คน กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2529 จำนวน 2 ห้องๆละ 38 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง โดยให้ห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 เรียนจากบทเรียนแบบโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น อีกห้องหนึ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 เรียนจากการสอนแบบปกติ ใช้เวลาในการสอน 7 คาบๆ ละ 50 นาที เมื่อสิ้นสุดการสอนแล้ว นักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ผลการวิจัยปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตร และพื้นที่ผิวระหว่างการเรียนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบปกติ ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และบทเรียนมีประสิทธิภาพ 90.29 / 72.11

กมลรัตน์ ภาณุรัตน์ (2531 : 45-50) ได้ศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของการกำหนดอัตราความก้าวหน้ากับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2530 โรงเรียนขจรโรจน์วิทยา จำนวน 90 คน ประเภทของการกำหนดอัตราความก้าวหน้าทางการเรียนในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมที่กำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยผู้เรียนและโปรแกรมที่กำหนดอัตราความก้าวหน้าโดยโปรแกรมระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง ต่ำ ผลการวิจัย พบว่า

1. ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของการกำหนดอัตราความก้าวหน้ากับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

2. นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน เมื่อเรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสมการ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่กำหนดอัตราความก้าวหน้าต่างประเภทกัน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากงานวิจัยเกี่ยวกับบทเรียนแบบโปรแกรมปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากบทเรียนแบบโปรแกรมสูงกว่าการสอนปกติทำให้ผู้วิจัยนำมาเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง " ฟังก์ชันเอกซโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม "

3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาชั้น ได้จำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้ (Wilson. 1971 : 643 – 696)

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว ความถนัดที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาช้านานแล้วด้วย

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับคำศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำคำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจถามโดยตรงหรือโดยอ้อม ก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการการคิดคำนวณ (Ability of Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นข้อสอบง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบความยุ่งยากกับการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรมที่ประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือยกความหมายที่กำหนดให้ซึ่งเขียนในรูปใหม่ หรือยกตัวอย่างที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียนในชั้นเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และสรุปอ้างอิง เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of principles, rules and generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้ ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการ และกฎ ซึ่งนักเรียนเพิ่งเคยใช้เป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในการวิเคราะห์ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of mathematical structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวน และโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Transform problem elements form one made to another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดเป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการแก้ปัญหา (Algorithms) หลังจากแปลแล้ว อาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to follow a line of reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to read and interpret a problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่านและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือ กราฟ

2. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจ แก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ไขปัญหา และดำเนินการแก้ไขโดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้นคือ

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Transform problem elements form one made to another) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ไขปัญหาคำตอบออกมา

2.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to make comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

2.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to analyze data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้อง พิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมี ปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างของการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่ หรือต้องแยกโจทย์ปัญหาออกมาพิจารณาเป็น ส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบ หรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร (Ability to recognize isomorphisms and symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็น หรือเคยกระทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกัน เพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้นดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to solve nonroutine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อนไม่มีในแบบฝึกหัด หรือตัวอย่าง ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจโมติ นิยาม ตลอดจน ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to discover relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา แทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to construct proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยัน ข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และ ทฤษฎี ต่างๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์ (Ability to criticize proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตร และทดสอบความถูกต้องให้มีผลใช้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to formulate and validate generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง “ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม” โดยนักเรียนมีความรู้ความจำในด้านการคิดคำนวณ ความเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเป็นลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
3. การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ
5. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนของ โรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการที่กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีจำนวน 4 ห้อง รวมทั้งหมด 180 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อฝึกทักษะการคิดคำนวณและ การแก้ปัญหาวិชาคณิตศาสตร์ ในเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นนักเรียนที่อยู่ในโรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

3. การสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “ฟังก์ชันเอกซ์โปเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม” โดยยึดรูปแบบการวิจัย และพัฒนาของบอร์ก (Borg : 1979) ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 11 ขั้นตอน และในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเฉพาะการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงนำขั้นตอนต่าง ๆ มาปรับใช้ให้เหมาะสมกับการวิจัยและพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้จัดขั้นตอนในการดำเนินการ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งออกได้เป็น 14 ขั้นตอน ดังนี้คือ ในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดในการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและเลือกเนื้อหาวิชา

ในการศึกษาและเลือกเนื้อหาในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาวิชา คณิตศาสตร์ (ค 013) ซึ่งใช้เนื้อหาทั้งหมด 5 เรื่อง เกี่ยวกับ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม คือ

1. เลขยกกำลัง
2. รากที่ n ในระบบจำนวนจริง และจำนวนในรูปกรณฑ์
3. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และ ฟังก์ชันลอการิทึม
4. ลอการิทึม
5. สมการเอกซ์โพเนนเชียล และ สมการลอการิทึม

ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์บทเรียนและแยกเป็นหน่วยย่อย

ในการวิเคราะห์บทเรียนและแยกเป็นหน่วยย่อยให้เป็นมโนมิตีย่อย ๆ หลายมโนมิตีต่อเนื่องกันไปให้เป็นไปตามระบบโครงสร้างความคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ ผู้วิจัยได้ทำการปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ที่เชี่ยวชาญตรวจสอบบทเรียน และหน่วยย่อย ผลจากการศึกษาสามารถที่จะกำหนดหน่วยย่อยได้ ในตารางที่ 1

ตาราง 1 การวิเคราะห์บทเรียน และ แยกเป็นหน่วยย่อย

ชุดที่	ตอนที่	หน่วยย่อย
1.	เลขยกกำลัง	1. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม 2. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ
2.	รากที่ n ในระบบจำนวนจริง และจำนวนในรูปกรณฑ์	3. รากที่ n และจำนวนในรูปกรณฑ์
3.	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม	4. กราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 5. กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม
4.	ลอการิทึม	6. สมบัติของลอการิทึม และลอการิทึมสามัญ 7. การเปลี่ยนฐานลอการิทึม 8. การคำนวณค่าโดยใช้ลอการิทึม
5.	สมการเอกซ์โพเนนเชียล และสมการลอการิทึม	9. สมการเอกซ์โพเนนเชียล 10. สมการลอการิทึม

จะเห็นว่าจากตาราง 1 เนื้อหาทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ชุด มีทั้งหมด 5 ตอน และสามารถแบ่งหน่วยย่อยได้ทั้งหมด 10 หน่วย การวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนและแยกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ได้แนวทางเสนอเป็นบทเรียนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบบทเรียนและหน่วยย่อย

มีจุดมุ่งหมายให้บทเรียนและหน่วยย่อยได้รับการตรวจสอบให้ถูกต้องตามแนวความคิดหลัก การและทฤษฎี และให้มีสภาพความเป็นจริงในการเรียนการสอน ในการตรวจสอบนี้จะขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอน วิชาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนและหน่วยย่อย

มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้เนื้อหา และหน่วยย่อยที่ถูกต้องตามแนวความคิดและหลักการ และทฤษฎีที่ได้รับการตรวจสอบจากประธานควบคุมสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 5 การออกแบบบทเรียนสำเร็จรูปและสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนของการออกแบบสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ตอน คือ

5.1 การออกแบบบทเรียนสำเร็จรูป

โดยการแบ่งเนื้อหาออกเป็นมโนมิตีย่อย ๆ หลาย ๆ มโนมิตีต่อเนื่องกันไปเพื่อให้เป็นระบบ โครงสร้างความคิด ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของกาเย่ การเขียนเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรง และแบบชนิดสาขา การสร้างกรอบเนื้อหาที่ต่อเนื่องกัน การใช้เนื้อหาและบทเรียนที่แบ่งย่อยมาแบ่งเป็นจำนวนกรอบดังต่อไปนี้

ตาราง 2 การออกแบบบทเรียนสำเร็จรูป

ชุดที่	ตอนที่	หน่วยย่อย	กรอบภาพ
1. เลขยกกำลัง	1. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม 2. เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ		31
2. รากที่ n ในระบบจำนวนจริง	3. รากที่ n และจำนวนในรูปกรณฑ์ และจำนวนในรูปกรณฑ์		29
3. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม	4. กราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล 5. กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม		29
4. ลอการิทึม	6. สมบัติของลอการิทึม และลอการิทึมสามัญ 7. การเปลี่ยนฐานลอการิทึม 8. การคำนวณค่าโดยใช้ลอการิทึม		31
5. สมการเอกซ์โพเนนเชียล และสมการลอการิทึม	9. สมการเอกซ์โพเนนเชียล 10. สมการลอการิทึม		29

จากตาราง 2 สามารถแบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 ชุด มีทั้งหมด 5 ตอน และมีจำนวนกรอบภาพทั้งหมด 149 กรอบภาพ ในการเขียนกรอบภาพเพื่อที่จะสร้างเป็นบทเรียนโปรแกรม และหน่วยย่อยนั้นในแต่ละกรอบจะประกอบไปด้วย

1. การนำเสนอเนื้อหาประกอบกับรูปภาพ
2. คำถามซึ่งเป็นแบบฝึกหัดของเนื้อหาที่ให้เรียน จะเป็นคำถามชนิด 4 ตัวเลือก
3. เมื่อผู้เรียนสามารถตอบถูกก็จะให้เลื่อนไปเรียนกรอบต่อไป
4. คำเฉลยคำตอบพร้อมการให้ข้อมูลป้อนกลับ โดยการอธิบายเหตุผลที่ถูกต้อง

5.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสาร และตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง และวิเคราะห์ข้อสอบ (Wilson. 1971:643-685)

2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 013) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 ท่าน

4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์ IC (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2531 :124) เมื่อพิจารณาแล้วน่าจะเหมาะสมมาหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.66-1.00 ขึ้นไปสรุปว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์จริง

6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 100 คน แล้วตรวจให้คะแนนโดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน เลือกข้อที่มีแล้วได้ค่าความยากเท่ากับ .34 - .80 และค่าอำนาจจำแนก .21 ขึ้นไปจำนวน 30 ข้อ นำไปหาค่าความเชื่อมั่น ได้เท่ากับ .79 โดยใช้ สูตร KR - 20 (Kuder Richardson - 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2531 : 130)

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบบทเรียนสำเร็จรูปและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ได้บทเรียนครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และนอกจากนี้ยังเป็นการตรวจสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่ามีความครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดผลการเรียนทั้งหมดด้วยเช่นกันโดยปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญการสอนด้านการสอนวิชาคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนสำเร็จรูปและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้มาปรับปรุงบทเรียนสำเร็จรูปให้สมบูรณ์ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และการปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อให้มีความถูกต้องและจะได้นำไปใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนต่อไป

ขั้นตอนที่ 8 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งนี้ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

8.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โปรแกรม (Software) ที่ใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือโปรแกรม Authorware ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ทำงาน ในลักษณะของการนำเสนอ (Presentation) เนื่องจากการใช้งานของโปรแกรมนี้อาจเป็นโปรแกรมเพื่อการนำเสนอและผลิตสไลด์จากคอมพิวเตอร์ ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเอาลักษณะเด่นต่าง ๆ เข้ามาดัดแปลงใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เช่น ตัวอักษร รูปภาพ กราฟิก เสียง ภาพ ภาพเคลื่อนไหวของโทรทัศน์ เป็นต้น นอกจากนี้เราสามารถทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

8.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

8.2.1 ศึกษาการใช้งานเกี่ยวกับเครื่องมือต่างๆที่จะใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์

8.2.2 นำบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างไว้และได้มีการปรับปรุงแก้ไขแล้ว มาเขียนเรื่องต้นแบบ (Story Board) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามกรอบที่ได้แบ่งไว้ในบทเรียนสำเร็จรูป

8.2.3 ให้อาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาตรวจสอบแก้ไขเรื่องที่เขียนต้นแบบ (Story Board)

8.2.4 นำเรื่องที่เขียนต้นแบบ (Story Board) ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วมาเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม Authorware ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

8.2.4.1 พิมพ์เนื้อหาต่าง ๆ พร้อมทั้งจัดรูปแบบของกรอบภาพในแต่ละกรอบของบทเรียน พร้อมทั้งเลือกสีพื้นหลังและสีตัวอักษรให้สวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

8.2.4.2 ทดลองใช้โปรแกรมที่สร้างพร้อมทั้งตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ที่สุด

8.2.5 นำโปรแกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะนำไปใช้ในการทดลอง

8.2.6 นำโปรแกรมมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำที่ได้

8.2.7 สำเนาโปรแกรมจากต้นฉบับเพื่อนำไปทดลอง

ขั้นตอนที่ 9 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 1

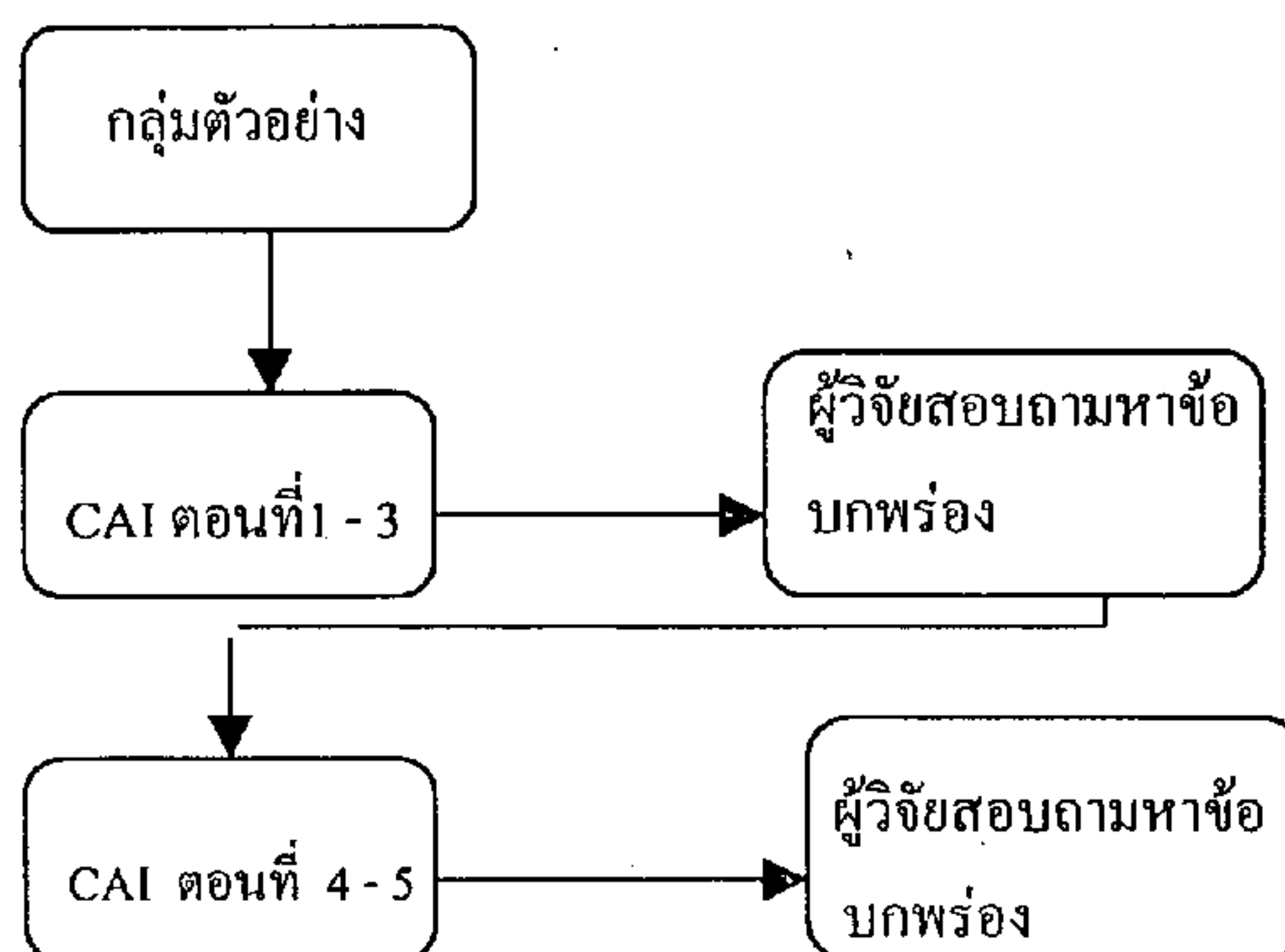
มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในด้านต่าง ๆ ความถูกต้องด้านเนื้อหา ความชัดเจนของการเสนอเนื้อหา คุณภาพของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ความชัดเจนของภาพและเสียง ตลอดจนความสอดคล้องกับสภาพการเรียนการสอนจริง มีขั้นตอนดำเนินการทดลองดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกอย่างเจาะจง จากนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ ปานกลาง และ สูง

2. การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียนทีละคน โดยผู้เรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ในขณะที่ผู้เรียนเรียนอยู่นั้น ผู้วิจัยจะสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่าแสดงท่าทีสงสัย หรือไม่เข้าใจตอนไหน อย่างไร แล้วบันทึกข้อบกพร่องของบทเรียน ความคิดเห็นจากนักเรียน ข้อคิดเห็นนี้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ครั้งที่ 1

3. การวิเคราะห์ข้อมูลนั้นเนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจะมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีการตัดสินใจโดยอาศัยวิจารณ์ญาณที่เป็นเหตุเป็นผล เพื่อระบุข้อบกพร่อง ที่จะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข จากข้อเสนอแนะที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1 สามารถแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ภาพประกอบกระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1

ขั้นตอนที่ 10 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1

การปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 1 ได้ดำเนินการตามที่นักเรียนความคิดเห็น โดยมีประธานควบคุมสารนิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์เป็นผู้ให้คำปรึกษา แล้วนำข้อบกพร่องมาแก้ไขให้ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 11 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 2

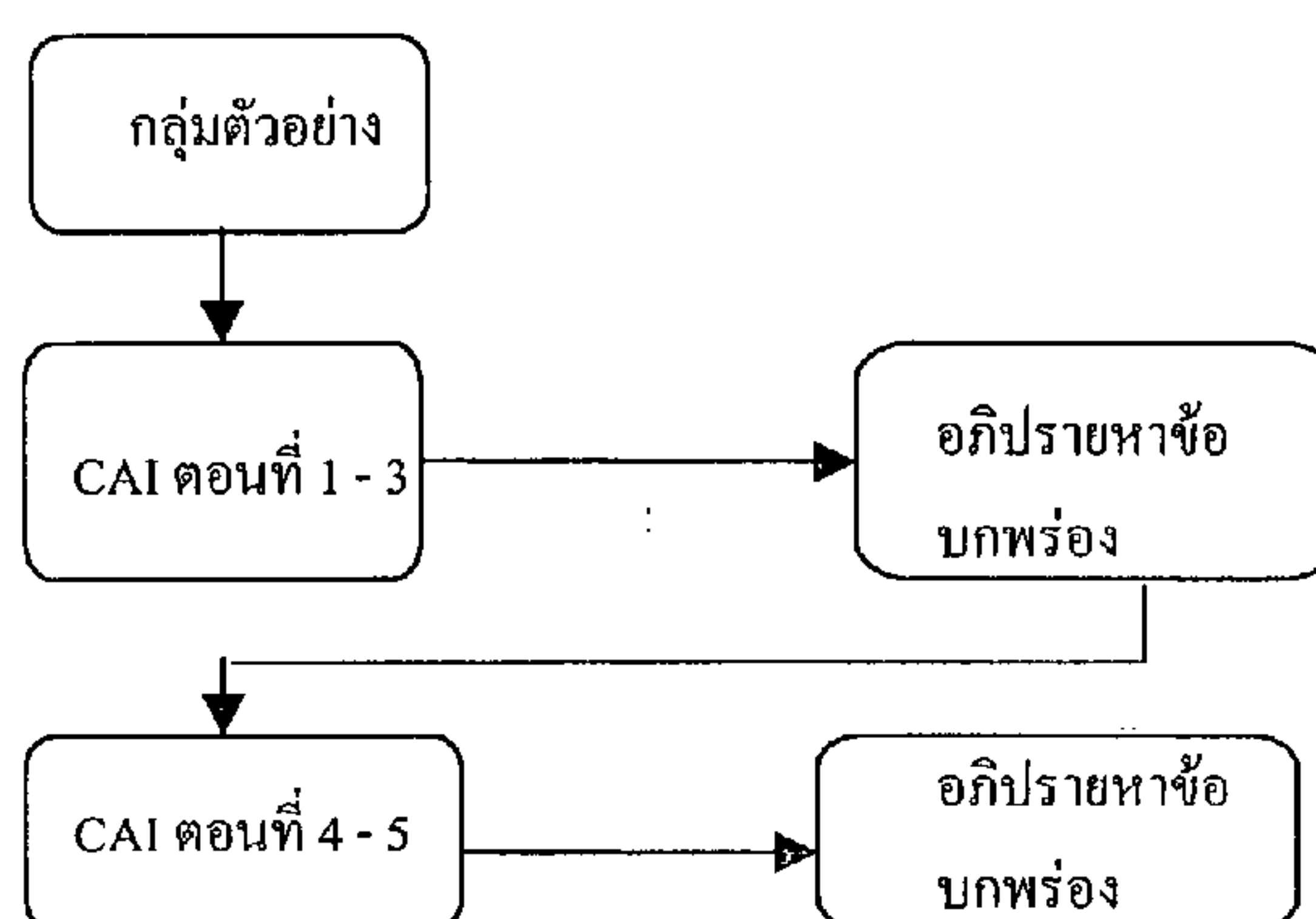
มีจุดมุ่งหมายเช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 มีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยการเลือกอย่างเจาะจง จากนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 9 คน นักเรียนทั้งหมดแบ่งเป็นผู้มีผลการเรียนระดับต่ำ 3 คน ผู้มีผลการเรียนระดับปานกลาง 3 คน และ ผู้มีผลการเรียนสูง 3 คน ผลการเรียนดูได้จากผลการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมา ทั้งเพื่อให้ตัวแทนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 9 คน เพื่อเป็นตัวแทนกลุ่มประชากรเป้าหมาย ซึ่งจะทำให้มั่นใจได้ว่าบทเรียนบรรลุผลตามเป้าหมาย เพื่อรวบรวมข้อมูล มาใช้ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องอีกครั้งหนึ่ง

2. การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้ง 9 คน โดยให้ทดลองเรียนพร้อมกันเป็นกลุ่ม โดยทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองครั้งที่ 1 หลังจากเรียนเสร็จในตอนหนึ่ง ๆ ผู้วิจัยจะให้นักเรียนทั้งหมดช่วยกันอภิปรายหาข้อบกพร่องที่ควรปรับปรุงแก้ไข โดยผู้ทำวิจัยทำหน้าที่บันทึกข้อบกพร่องที่ได้จากการอภิปรายนี้

3. การวิเคราะห์ข้อมูลนั้น เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับจะมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยจึงใช้วิธีตัดสินใจโดยอาศัยวิจารณญาณที่เป็นเหตุเป็นผล เพื่อระบุข้อบกพร่องที่จะต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะ ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง

กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 2 สามารถแสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 4 กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 2

ขั้นตอนที่ 12 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียน คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนครั้งที่ 2

การปรับปรุงแก้ไขบทเรียน คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนครั้งที่ 2 มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อบกพร่องที่วิเคราะห์ได้มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความถูกต้องมากขึ้น โดยใช้วิธีการเช่นเดียวกับการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนครั้งที่ 1

ขั้นตอนที่ 13 การทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ครั้งที่ 3

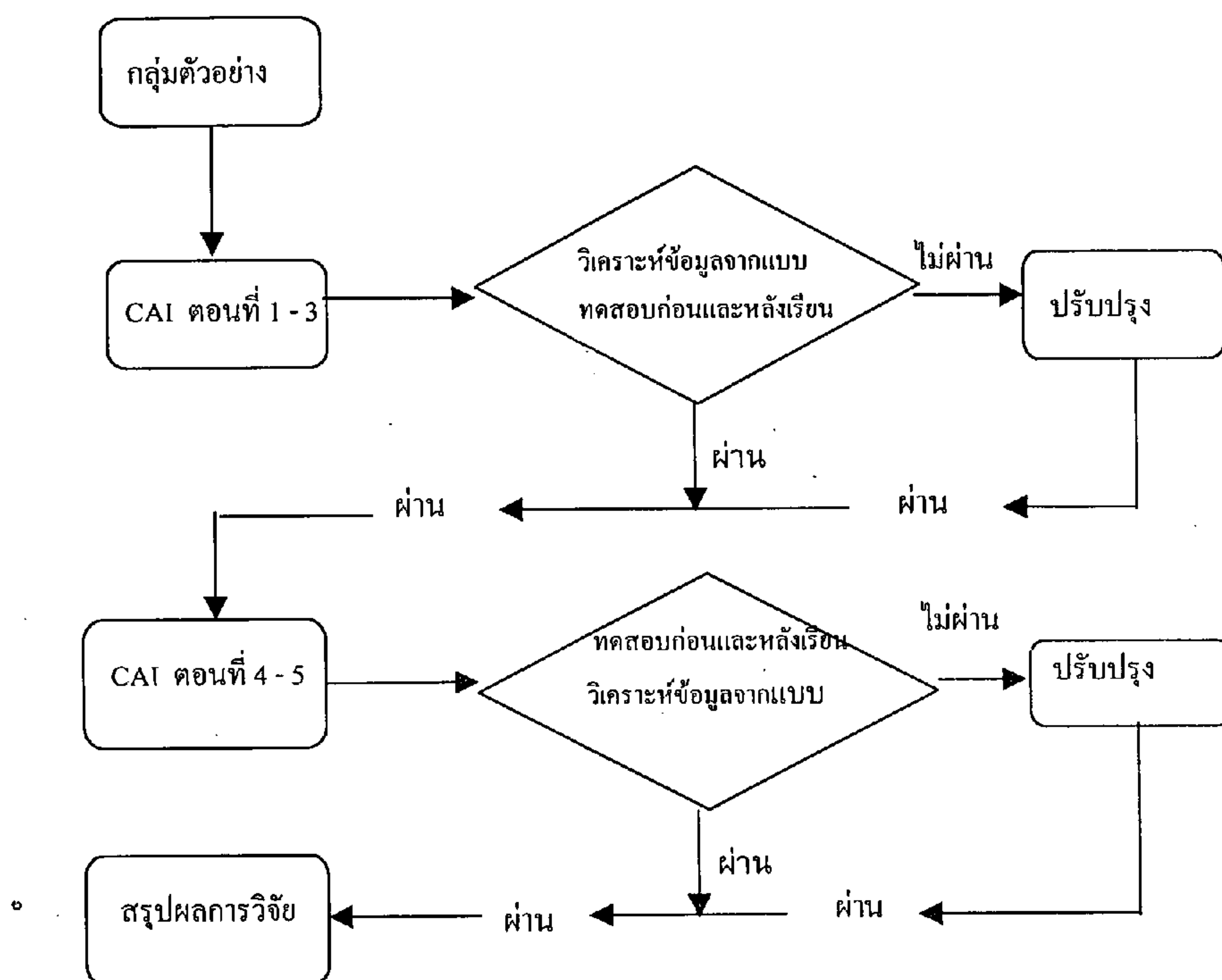
มีจุดมุ่งหมาย 2 ประการ คือ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องเพื่อปรับปรุงแก้ไข มีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1.กลุ่มตัวอย่างทำการทดลองสุ่มโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จากนักเรียนที่กำลังเรียนอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 45 คน นักเรียนทั้งหมดแบ่งเป็นผู้มีผลการเรียนระดับต่ำ และปานกลาง ซึ่งผลจากการเรียนในภาคเรียนที่ผ่านมา

2. ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้นักเรียนจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 45 คน ทดลองเรียนพร้อมกันเป็นกลุ่ม ในการทดลองกระทำเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2 แต่ในการทดลองครั้งนี้ จะทำการทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนด้วย

3.ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80 และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนบทเรียนนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้เพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 3 แสดงได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5 กระบวนการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 2

ขั้นตอนที่ 14 การปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ครั้งที่ 3

ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนครั้งที่ 3 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อนำข้อบกพร่องที่วิเคราะห์มาได้มาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีความถูกต้องมากขึ้น เพื่อนำไปเผยแพร่ต่อไป

3. การสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียน และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จากเอกสาร และตำราเกี่ยวกับเทคนิคการสร้าง และวิเคราะห์ข้อสอบ

(Wilson. 1971:643-685)

2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ (ค 013) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม
3. สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ร่วมกับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 2 ท่าน
4. สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้
5. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง ของจุดประสงค์การเรียนรู้ และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์ IC (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ 2531 :124) เมื่อพิจารณาแล้วน่าจะเหมาะสมหาค่าเฉลี่ย โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.66-1.00 ขึ้นไปสรุปว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับประจุดประสงค์จริง
6. นำแบบทดสอบที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการที่เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว จำนวน 100 คน แล้วตรวจให้คะแนนโดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ
7. นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยาก (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27 % ของ จุง เตห์ ฟาน เลือกข้อที่มีค่าความยากเท่ากับ .34 - .80 และค่าอำนาจจำแนก .21 ขึ้นไปจำนวน 30 ข้อ นำไปหาค่าความเชื่อมั่น ซึ่งได้เท่ากับ .79 โดยใช้ สูตร KR - 20 (Kuder Richardson - 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ . 2531 : 130)

5. วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้เวลาทดสอบ 50 นาที แล้วบันทึกคะแนน
3. ผู้วิจัยอธิบายให้ผู้เรียนความเข้าใจถึงบทบาทของนักเรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจก่อนเรียน
4. ในการสอนเรื่องนี้ผู้วิจัยได้สอนเนื้อหาตามปกติสลับการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมดังกล่าวจนครบตามกำหนดการต่อไปนี้
 - คาบที่ 1 ครูให้นักเรียนเรียนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม แล้วทำใบกิจกรรมที่ 1
 - คาบที่ 2 ครูสอนตามปกติ ในเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะแล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

คาบที่ 3 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็น จำนวนตรรกยะแล้วทำใบกิจกรรมที่ 2 และทำแบบทดสอบที่ 1

คาบที่ 4 ครูสอนตามปกติ เรื่องรากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนในรูปกรณฑ์ แล้ว ทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

คาบที่ 5 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อย เรื่องรากที่ n ในระบบจำนวนจริงและ จำนวนในรูปกรณฑ์ แล้วทำใบกิจกรรมที่ 3 และทำแบบทดสอบที่ 2

คาบที่ 6 ครูสอนตามปกติ เรื่องกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และทำแบบฝึกหัดใน หนังสือเรียน

คาบที่ 7 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อย เรื่องกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล แล้วทำใบกิจกรรมที่ 4

คาบที่ 8 ครูสอนตามปกติ เรื่องกราฟของฟังก์ชันลอการิทึม และทำแบบฝึกหัดในหนังสือ เรียน

คาบที่ 9 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อย เรื่องกราฟของฟังก์ชันลอการิทึมแล้วทำ ใบกิจกรรมที่ 5 และทำแบบทดสอบที่ 3

คาบที่ 10 ครูสอนตามปกติ เรื่องสมบัติของลอการิทึม และลอการิทึมสามัญ และทำแบบฝึก หัดในหนังสือเรียน

คาบที่ 11 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องสมบัติของลอการิทึม และลอการิทึม สามัญ และทำใบกิจกรรมที่ 6

คาบที่ 12 ครูสอนตามปกติ เรื่องการเปลี่ยนฐานลอการิทึม และทำแบบฝึกหัดในหนังสือ เรียน

คาบที่ 13 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องการเปลี่ยนฐานลอการิทึม และทำใบ กิจกรรมที่ 7

คาบที่ 14 ครูสอนตามปกติ เรื่อง การคำนวณโดยใช้ลอการิทึม และทำแบบฝึกหัดในหนังสือ เรียน

คาบที่ 15 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องการเปลี่ยนฐานลอการิทึม แล้วทำใบ กิจกรรมที่ 8 และทำแบบทดสอบที่ 4

คาบที่ 16 ครูสอนตามปกติ เรื่องสมการเอกซ์โพเนนเชียล และทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

คาบที่ 17 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องสมการเอกซ์โพเนนเชียล แล้วทำใบกิจกรรมที่ 9

คาบที่ 18 ครูสอนตามปกติ เรื่องสมการสมการลอการิทึม และทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

คาบที่ 19 ครูให้นักเรียนทบทวนเนื้อหาจากบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องสมการลอการิทึม แล้วทำใบกิจกรรมที่ 10 และทำแบบทดสอบที่ 5

คาบที่ 20 เมื่อเรียนจบทุกชุดแล้วให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียน (Post - test) โดยใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฉบับเดียวกับฉบับที่ใช้สอบก่อนเรียนแล้วบันทึกคะแนน

5. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และ ฟังก์ชันลอการิทึม โดยหาค่า E_1 / E_2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และ ฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test แบบ Dependent

7. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนใช้เกณฑ์ 80 / 80 ดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Process) หาได้จากการนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด ของนักเรียนทุกคนในแต่ละตอนของชุดการสอนมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย แล้วเทียบเป็นร้อยละ 80 หรือสูงกว่า 80

80 ตัวหลัง หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (Product) หาได้จากการนำเอาคะแนนจากผลการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนมารวมกัน หาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเป็นร้อยละ 80 หรือสูงกว่า

ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ์ (2528 : 214) ได้เสนอแนวทางการประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนว่าเป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างกระบวนการ และผลลัพธ์โดยเฉลี่ย โดยประเมินต่อเนื่องเป็นกระบวนการเกี่ยวกับพฤติกรรมขั้นสุดท้าย เป็นผลลัพธ์ กำหนดค่าประสิทธิภาพ เป็น E_1 / E_2 หมายความว่า จะต้องกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ ของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงาน หรือประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด (E_1) ต่อเปอร์เซ็นต์ ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด (E_2) สูตรการคำนวณ E_1 / E_2 มีดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100$$

โดยที่	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการเรียนการสอนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบฝึกหัด และหรือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ในระหว่างเรียน
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด และ / หรือกิจกรรมการเรียนรู้ทุกชิ้นรวมกัน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}}{B} \times 100$$

โดยที่	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมผู้เรียนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$\sum Y$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทดสอบหลังเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน หรือกิจกรรมหลังเรียน

2. หาค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้เทคนิค 27% จากตาราง จุง เตห์ ฟาน (Fan. 1952 :41-32)

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ	P	แทน	ค่าความยากของแต่ละข้อ
	R	แทน	จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
	N	แทน	จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำนวณจากสูตร KR -20 (Kuder Richardson) (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2531 :168) ซึ่งมีดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ	r_{tt}	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	n	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือวัด
	p	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำได้ในข้อหนึ่งๆ = จำนวนคนที่ทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด
	q	แทน	สัดส่วนของคนที่ทำผิดในข้อหนึ่งๆ คือ $1 - p$
	s_t^2	แทน	คะแนนความแปรปรวนของ แบบทดสอบทั้งฉบับ

4. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง"ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม" ระหว่างกันก่อนหลังได้รับการ สอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีทางสถิติ (t - test dependent) จากสูตร (Ferguson . 1971:154)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{N \sum D^2 - (\sum D)^2}{N-1}}}$$

$$df = N - 1$$

เมื่อ	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับคะแนนการทดสอบก่อนใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง คะแนนการทดสอบหลัง ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับคะแนนการทดสอบก่อนใช้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเรียกว่า CAI ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ซึ่งเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อให้การแปลความหมาย และการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนน
ΣD	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียน กับหลังเรียน
ΣD^2	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนการทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน ยกกำลังสอง
E_1	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80
E_2	แทน	คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังจากการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในแต่ละชุดของนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้ในการพิจารณา t - test แบบ dependent
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และแปลข้อมูล ผู้วิจัยได้เสนอตามลำดับดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ในแต่ละชุดผู้วิจัยได้นำคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมแต่ละชุด สูงกว่าร้อยละ 80 และ คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และ ฟังก์ชันลอการิทึมแต่ละชุด สูงกว่าร้อยละ 80 มาเปรียบเทียบกับกันโดยใช้วิธีการทางสถิติ E_1 / E_2 ได้ผลดังแสดงในตาราง 3

ตาราง 3 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

ชุดที่	เรื่อง	ประสิทธิภาพ
1	เลขยกกำลัง	91.77 / 87.55
2	รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและ จำนวนในรูปกรณฑ์	88.22 / 81.11
3	ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม	85.00 / 81.33
4	ลอการิทึม	83.55 / 83.33
5	สมการเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม	84.78 / 82.00
	เฉลี่ย	86.66 / 83.06

จากตาราง 3 จะเห็นว่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในแต่ละชุดมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80 / 80

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ผู้วิจัยได้นำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้วิธีทางสถิติ t - test แบบ Dependent ดังแสดงผล ในตาราง 4

ตาราง 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

ผลการสอบ	N	$\bar{X}$	D	D ²	t
คะแนนก่อนเรียน	45	18.86			
			334	3042	13.92**
คะแนนหลังเรียน	45	26.28			

$$t (.01, df = 44) = 26.60$$

จาก ตาราง 4 จะเห็นได้ว่าจะแนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างเรียน กับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และ ข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80 ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาได้ดังนี้

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

สมมุติฐานของการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง " ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม " มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 / 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง " ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม" หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากร
ประชากรที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนของ โรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ ที่กำลังเรียนอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมี จำนวน 4 ห้อง รวมทั้งหมด 180 คน
2. กลุ่มตัวอย่าง
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อฝึกทักษะการคิดคำนวณ และการแก้ปัญหาวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นนักเรียนที่อยู่ใน โรงเรียนอัสสัมชัญ สำโรง อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ โดยการสุ่มอย่างง่าย จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน
3. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ค 013 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ของกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า
สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 ใช้เวลา

เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม จำนวน 10 คาบ และเรียนจากครูสอนปกติ จำนวน 10 คาบ ๆ ละ 50 นาที

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

1. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
2. ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้เวลาทดสอบ 50 นาที แล้วบันทึกคะแนน
3. ผู้วิจัยอธิบายความเข้าใจถึงบทบาทของนักเรียนต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้เข้าใจก่อนเรียน
4. ผู้วิจัยดำเนินการสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยที่นักเรียนเรียนจบแต่ละชุด ให้นักเรียนทำแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
5. เมื่อเรียนจบทุกชุดแล้วให้นักเรียนทำการทดสอบหลังเรียน (Post - test) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฉบับเดียวกับฉบับที่ใช้สอบก่อนเรียนแล้วบันทึกคะแนน
6. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ t - test แบบ Dependent

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้มาตรฐาน E_1 / E_2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้วิธีทางสถิติ t-test แบบ Dependent

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สรุปได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ

ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 86.66 / 83.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

จากผลของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาขึ้นที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลได้ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และ ฟังก์ชันลอการิทึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เกณฑ์ 80 / 80 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเท่ากับ 86.66 / 83.06 ซึ่ง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมผู้วิจัย ได้เขียนสคริปต์ (script) และมีการวิเคราะห์เนื้อหาออกเป็นตอนๆ ในแต่ละตอนจะสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกทีละตอนเมื่อเสร็จขั้นตอนหนึ่งแล้วจึงฝึกขั้นตอนต่อไปได้ทำให้ผู้เรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการเรียน และนักเรียนไม่เกิดความรู้สึกว่าเนื้อหายุ่งยากซับซ้อน มีกำลังใจในการเรียนมากขึ้นซึ่งเป็นเพราะขั้นตอนการพัฒนาในแต่ละขั้น ได้พัฒนาอย่างถูกต้อง คือ แบ่งการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนเป็น 3 ระยะคือ

1.1 การพัฒนาครั้งที่ 1 จะใช้นักเรียนในการพัฒนา 3 คน แบ่งออกเป็นเด็กที่เรียนเก่ง เรียนอ่อน เรียนปานกลาง และนำข้อมูลที่ได้สอบถามมาปรับปรุงสื่อการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้น

1.2 การพัฒนาครั้งที่ 2 จะใช้นักเรียนในการพัฒนาจำนวน 9 คน แบ่งเป็นนักเรียนที่เรียนเก่ง เรียนอ่อน และเรียนปานกลาง กลุ่มละ 3 คน นำข้อมูลที่ได้สอบถามมาปรับปรุงสื่อการเรียนการสอนที่ผลิตขึ้น

1.3 การพัฒนาครั้งที่ 3 เป็นการพัฒนาขั้นสุดท้ายใช้นักเรียนจำนวน 45 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้นั้นทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อทำแบบทดสอบก่อนเรียนเสร็จแล้วให้นักเรียนกลุ่มทดลองได้เรียนกับสื่อที่ได้ผลิตขึ้น และ เมื่อเรียนจบบทแล้วให้ลงมือทำแบบทดสอบหลังเรียนอีกครั้งหนึ่ง

อีกสาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้ผู้เรียนมีแนวทางที่ชัดเจนในการเรียนซึ่งประกอบด้วยภาพและเสียงเป็นส่วนช่วยสร้างบรรยากาศให้กับบทเรียน และ สื่อความเข้าใจจากนามธรรมเป็นรูปธรรมได้ เกิดความสนุกสนานเพลิดเพลินในขณะที่เรียน มีการตอบสนองจากคอมพิวเตอร์ทันทีที่ทำให้เกิดแรงจูงใจ มีการเสริมแรงให้ข้อมูลป้อนกลับอย่างทันทีทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาวร สารุการ. 2540 : 109-119) นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายรายละเอียดของเนื้อหาด้วยภาพประกอบ และ เสียงจะดำเนินตามเรื่องสร้างความสนใจ ทำให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น และประสบผลสำเร็จในการเรียน

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม ที่พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 / 80

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึมก่อนเรียน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ฝนทิพย์ อมาตยกุล (2531 : 51) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และควมคงทนในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอบตามคู่มือครูแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ผลที่เป็นเช่นนี้สาเหตุมาจาก

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ มีกระบวนการสร้างบทเรียนที่ยึดจิตวิทยาพื้นฐานทางการเรียนรู้ของ กัทธรี (Guthrie) ได้แก่ S-R Theory โดยเสนอสิ่งเร้าแล้วให้นักเรียนตอบสนองทันที และจากทฤษฎีการเรียนรู้ของ สกินเนอร์ (Skinner) คือการวางเงื่อนไขแบบจงใจกระทำและทฤษฎีการเสริมแรงของ ฮัล (Hall) (ชม ภูมิภาค. 2521 :72)

จากเหตุผลข้างต้นทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์มีรูปแบบที่ทำทนายให้นักเรียนอยากทดลองอยากทำ และเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้สูงกว่าการเรียนจากครูสอนตามปกติเพียงอย่างเดียว

2.2 รูปแบบของบทเรียน มีลักษณะเป็นบทเรียนแบบแตกกิ่ง (Branching) กล่าวคือ เนื้อหาของบทเรียนจะ แบ่งเป็นหน่วยย่อยๆ จากสิ่งที่รู้ไปกับสิ่งที่ไม่รู้ โดยยึดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก หน่วยย่อยดังกล่าวเรียกว่ากรอบ (Frame) ึ่งปรากฏบนจอภาพที่ละกรอบ เมื่อผู้เรียนอ่านกรอบแรกจบจะกดตัวอักษรเปลี่ยนกรอบไปเรื่อยๆ บางกรอบเป็นคำอธิบาย และบางกรอบมีคำถามเพื่อเน้นความเข้าใจ ผู้เรียนจะเลือกตอบคำถามตามตัวเลือกที่ปรากฏบนจอ บทเรียนคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feed Back) ทันทีหลังจากตอบคำถามเป็นการเสริมแรง (Reinforcement) ถ้าตอบถูกบทเรียนจะปรากฏกรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดบทเรียนจะปรากฏกรอบสอนเพิ่มเติมถึงสาเหตุที่ผิดแล้วย้อนกลับมายังกรอบเดิมเพื่อตอบคำถามนั้นอีก กระบวนการเช่นนี้ทำให้นักเรียนได้รับความรู้ความเข้าใจสูง (ไพโรจน์ ตรีธนากุล. 2528 : 73) และรวดเร็วกว่าปกติจากครูผู้สอน เพราะนักเรียนจะเรียนไปพร้อมๆ กับการทำแบบฝึกหัดที่รู้ผลได้ทันทีว่าตนเข้าใจหรือไม่ และอย่างไร ถือเป็นประเมนผลการทำงานของการเรียนของตนเองไปพร้อมๆ กันต่างจากการเรียนตามปกติจากครูที่มีการสอนตามปกติจากครูที่ทำแบบฝึกหัด เช่นกันแต่กว่าจะตรวจให้นักเรียนรู้ผลก็ต้องใช้เวลานานซึ่งอาจจะข้ามไปอีกวันหนึ่ง

2.3 การเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนแบบตัวต่อตัวนักเรียนคนหนึ่งๆ จะใช้คอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่ง การเรียนของแต่ละคนจะดำเนินการเรียนไปอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ทำให้นักเรียนเรียนไปตามเอกัตภาพของแต่ละบุคคลจะเรียนได้ช้าหรือเร็วจะขึ้นอยู่กับความสามารถของตนเอง นักเรียนที่เก่งไม่ต้องรอนักเรียนที่อ่อน แต่ต้องฟังครูอธิบายช้าอยู่บ่อยๆ การเรียนลักษณะนี้ยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดตลอดเวลา เพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์จะบังคับตอบคำถามทุกคำถามในบทเรียนด้วยตนเอง โดยไม่สามารถพลิกดูคำตอบล่วงหน้าจึงเป็นการบังคับให้ผู้เรียนเรียนไปตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ ผู้เรียนจะเรียนรู้จริงๆ จึงจะผ่านบทนั้นไป (คณิต ไข่มุก. 2527 :23) ซึ่งแตกต่างจากเรียนจากครูเพียงคนเดียว ถึงแม้จะพยายามจะส่งเสริมให้นักเรียนกล้าถามกล้าตอบแต่ก็ไม่สามารถทำได้ทั่วถึงเป็นรายบุคคลเพราะจำนวนนักเรียนมีมาก นอกจากนั้นยังมีความแตกต่างระหว่างบุคคลสูง ครูคนเดียวไม่สามารถตอบสนองนักเรียนได้ทั้งหมด

จากสาเหตุดังกล่าวทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง “ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม” ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนครูดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดเพื่อให้คำแนะนำหรือตอบคำถามของนักเรียนที่มีปัญหาสงสัย
2. เนื่องจากในการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนักเรียนต้องเรียนด้วยตนเองเป็นรายบุคคล จึงควรฝึกให้มีความรับผิดชอบต่อตนเอง และฝึกการบันทึกความรู้จะช่วยส่งเสริมความจำในการเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
3. ควรส่งเสริมให้มีการนำเอาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ให้มากขึ้นโดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนช้าหรือเร็วกว่าเพื่อนเพื่อลดปัญหาความเบี่ยงเบนในชั้นเรียน และ ความแตกต่างระหว่างบุคคลด้วย

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาค้นคว้า

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทำการทดลองกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ
2. ควรมีการร่วมมือกันของคณะครูผู้สอน ครูคอมพิวเตอร์ และ บุคลากรที่มีความสนใจ ช่วยการพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ ภาณุรัตน์.(2531) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างประเภทของการกำหนดอัตราความก้าวหน้ากับระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องสมการของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดมศึกษา
- ชนิษฐา ชานนท์. (2532,มิถุนายน) "เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน," เทคโนโลยีทางการศึกษา 1 (1) : 7-13
- จิตรา โอภาสทิพากร. (2518) การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง"เมตริกซ์" สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดมศึกษา
- ชูศรี ยินดีตระกูล. (2529). การเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบกับแบบบอกให้รู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ที่มีผลต่อสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีสัมฤทธิ์ ผลทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์แตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดมศึกษา
- ณัฐ จันแย้ม.(2530) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง ปริมาตร และพื้นที่ผิวโดยใช้บทเรียนแบบ โปรแกรมกับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนไชยนิมพลวิทยาคม กรุงเทพฯ วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. อุดมศึกษา
- ดำรงค์ ตาแจ่ม.(2531การศึกษาผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 โดยการเรียนรู้จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีเกมประกอบเนื้อหา กับไม่มีเกมประกอบเนื้อหา) ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม.บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมศึกษา
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์.(2531,พฤศจิกายน) มัลติมีเดียช่วยในการสอน "ในวารสารประชุมวิชาการเรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับอาจารย์สอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ครั้งที่ 2" คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 15-16.
- ทักษิณา สนวนานนท์.(2530) คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : องค์การคำของครูสภา, ...(2531, สิงหาคม) "คอมพิวเตอร์กับ วิชาชีพครู," วิทยาจารย์. 84(8) : 8-11 ;(2531 ,กันยายน) "คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI), " คอมพิวเตอร์รีวิว. 3(3) : 56-67 ;
- นัยนา ลีณะธรรม.(2535) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูสสวท. ปรินญาณินพนธ์ กศม. (เทคโนโลยีทางการศึกษา). กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร
- นิตยา กาญจนวรรณ. (2526) "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน,. วารสารรามคำแหง. 78-85
- นิพนธ์ สุขปรีดี.(2531, มิถุนายน – กรกฎาคม) "คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน,. คอมพิวเตอร์ 15(78) : 24-28 ,
- นุชน้อย กิจทรัพย์ไพบูลย์.(2531) การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจาก คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการให้ข้อมูลป้อนกลับแบบอธิบายและไม่อธิบายคำตอบ. ปรินญาณินพนธ์ กศ.ม. บัณฑิตวิทยาลัย กรุงเทพฯ :มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมศึกษา

- บุญสืบ พันธุ์ดี.(2537)การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษา
ดอนปลาย ปริญญาโท กศ.ด. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพฯ อัดสำเนา.
- ปรีปติ นิยมแจ่ม.(2518). การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์
สัญลักษณ์ เบื้องต้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่หนึ่ง โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอน
ปกติ. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดเนา.
- ผดุง อารยะวิญญู.(2531) ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา, กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วน จำกัด
เอช - เอน การพิมพ์.,
- พนทิพย์ อมาตยกุล.(2531)การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความคงทน
ในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ปริญญาโท
กศ.ม.(การมัธยมศึกษา) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อัดสำเนา.
- พลรัตน์ ลักษณะนิยานวิน.(2514) การทดลองสอนพีชคณิตโดยใช้แบบเรียนสำเร็จรูป วิทยานิพนธ์
ค.ม.กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อัดสำเนา.
- พิทักษ์ ศีลรัตน์.(2529,ตุลาคม- ธันวาคม) "คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน," สสวท. 14(4) :
13-16
..... (2534) " CAI เบื้องหลังการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน," ใน คอมพิวเตอร์สาร.
กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.,
- ยุพิน พิพิธกุล. (2523) การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะ
ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2-5
..... (2530) การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ยีน ภู่วรรณ.(2529, มีนาคม - เมษายน ,) "การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน,"
จันทร์เกษม.
- ยีน ภู่วรรณ และประภาส จงสถิตย์วัฒนา.(2529, พฤศจิกายน)"การใช้คอมพิวเตอร์ในการ
เรียนการสอน," วิทยาศาสตร์. 40 (11) : 563 - 569
.....(2531) " การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน., " ไมโครคอมพิวเตอร์.
- รุจโรจน์ แก้วอุไร.(2531)การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มี
การเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ , ปริญญาโท
กศ.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อัดสำเนา.
- วสันต์ อดิศักดิ์.(2530, กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม)คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. ในศึกษาศาสตร์. 3(8)
- วารินทร์ รัชมีพรหม. (2524, มีนาคม - เมษายน) "คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน," วารสารจันทร์
เกษม.
- วาณี ตรีศิริพิศาล. (2518) การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม เรื่อง "จำนวนเชิงซ้อน" สำหรับชั้น
มัธยมศึกษาปีที่สาม. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย. 2518. อัดสำเนา.

- วิชุลาวณย์ พิทักษ์ผล. (2529) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์จากการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่สอนซ่อมโดยครูกับกลุ่มใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดมศึกษา.
- วิดา ศิริเสวีวรรณ. (2518) การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น (Probability) ในระดับมัธยมศึกษาปีที่สาม โดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรมกับการสอนปกติ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมศึกษา.
- ศึกษาธิการ, กระทรวง. กรมวิชาการ. (2524) หนังสืออ่านเพิ่มเติมวิชาคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เล่ม 1. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว,
- สมชาย ชูชาติ (2529, กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม) คอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์, สสวท. 14(2) : 14 - 21
- สมชาย ทยานง. (2526, ตุลาคม - ธันวาคม) "คอมพิวเตอร์ใช้ในการเรียนการสอน," ใน วารสารครูศาสตร์. 12 : 47 - 67
- สิทธิชัย แสงทิพย์. (2531) การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการป้อนกลับ 3 วิธี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. อุดมศึกษา
- สุนันท์ ปัทมาคม. (2530) นวัตกรรม กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครูศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดมศึกษา.
- สุลัดดา ไชยบุตร. (2518) การสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่องความสัมพันธ์และฟังก์ชันสำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่สอง. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. อุดมศึกษา
- อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์. (2530) เอกสาร Englewood Cliff คำสอนวิชาคอมพิวเตอร์ 424 คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มศว บางเขน, ...(2530) คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. ดราฟแมนเพรส, กรุงเทพฯ.
- Alessi S.M. and S.R. Trollip. (1985) *Computer-Based Instruction : Methods and Development.*
- Collins, Maria Theresa. (1985, June,) "The Effectiveness of Computer-Delivered Correction Procedures on Low - Performing Secondary Students Reasoning Skills," *Dissertation Abstracts International.* 45(12) : 3601-A ;
- Dewal.O.S. "On writing Frames," *A Handbook of Progeammed Learning.* Indian Association for Programmed Learning Baroda-2(Gamdi - Anand, Gujarat State, India :and Press,n.d.),p,29.
- Franke, Robert James.(1988, June,) "An Evaluation of a Computer-Assisted Instruction Program in Seventh - Grade Mathematics : Implication for Curriculum Planning," *Dissertation Abstracts International.* 48(12) : 3066-A

- Friedman, Hucille T. (1974, June) "Programmed Lesson in RPG Computer Programming for New York City High School Senior," *Dissertation Abstract International*, 29 : 799-A
- Fry, Edward B.(1985) *Teaching Machine and Programmed Instruction : an Introduction*..
New York : McGraw-Hill Book Company.
- Gerber, Home C.(1974) "An Investigation of the Effects of Programmed Instruction in Logical Inferences upon College Students' Ability to Learn Proof Writing," *Dissertation Abstracts. International*.
- Hall, Keith A. Ju. (1982) " Computer-Based Education," in *Encyclopedia of Educational Research*.
3 : 353 – 363.
- Jaeger, Michael J. (1974, May) " The Effects of Differential Reinforcement Structure on Computer - Assisted Instructional Learning," *Dissertation Abstracts International*.
- Merrell, Leonard Edd. (1985, June) " The Effects of Computer - Assisted Instruction on the Cognitive Ability Gain of Third, Fourth and Fifth Grade Students," *Dissertation Abstracts International*. 45(12) : 3502-A .
- Merritt, Robert L. (1982, July) "Achievement with and without Computer - Assisted Instruction in the Middle School.," *Dissertation Abstracts International*.
- Noonan, John Vincent. (1984 , July) "Feedback Procedures in Computer - Assisted Instruction : Knowledge - of - Results, Knowledge - of - Correct - Response, Process Explanations and Second Attempts after Errors," *Dissertation Abstract International*. 45(1) : 131-A.
- Prenis, John. (1977) *Running Press Glossary of Computer Terms*, New Jersey : Kaiman & Polon, Inc.,
- Sickler, Nancy Gibbs. (1988, june) "The Effects of Different Modes of Instruction and Feedback on the Achievement of Students with Differing Levels of Control," *Dissertation Abstracts International*.
48(12) : 3045-A .
- Sippl, Charles J.(1981) *Microcomputer Dictionary*, 2 editions. U.S.A. : Howard W. Sams & Co., Inc.,
- Spencer, Donald D.(1977) *Computer Dictionary*. 2 editions. Florida : Camelon Publishing Company, Inc.,
- Thomas, C.A. . (1964)"The Writing of Frame," *Programmed Learning in Perspective*. p.66. Chicago : Educational Methods, Inc.
- Zeaman, David. (1959) "Skinner's Theory of Teaching Machine," *Automatic Teaching*, p. 167 - 176.
New York : John Wiley & Sons, Inc.
- Zinn, K.L. (1976). "Computer - Assisted Instruction (CAI)," *Encyclopedia of Computer Science*, 268 - 270 :

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

- ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
- ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
จำนวน 5 ชุด

ตาราง 5 ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

ข้อที่	p	r	ข้อที่	p	r
1	0.38	0.28	16	0.42	0.27
2	0.71	0.56	17	0.51	0.22
3	0.47	0.72	18	0.64	0.48
4	0.46	0.48	19	0.58	0.57
5	0.54	0.41	20	0.64	0.48
6	0.62	0.57	21	0.80	0.73
7	0.61	0.28	22	0.47	0.58
8	0.43	0.52	23	0.55	0.45
9	0.43	0.60	24	0.38	0.35
10	0.58	0.63	25	0.77	0.60
11	0.63	0.66	26	0.71	0.56
12	0.71	0.68	27	0.34	0.21
13	0.40	0.71	28	0.56	0.52
14	0.65	0.63	29	0.38	0.35
15	0.65	0.63	30	0.43	0.38

$$r_{tt} = .79$$

ตาราง 6 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

คนที่	Pre-test 30คะแนน	Post-test 30คะแนน	D	D ²	คนที่	Pre-test 30คะแนน	Post-test 30คะแนน	D	D ²
1	24	28	4	16	24	13	28	15	225
2	13	25	12	144	25	14	29	15	225
3	16	26	10	100	26	19	26	7	49
4	23	25	2	4	27	22	28	6	36
5	22	27	5	25	28	22	25	3	9
6	18	27	9	81	29	28	29	1	1
7	22	28	6	36	30	16	29	13	169
8	19	22	3	9	31	19	29	10	100
9	20	29	9	81	32	21	27	6	36
10	18	27	9	81	33	22	29	7	49
11	16	25	9	81	34	22	29	7	49
12	14	26	12	144	35	19	28	9	81
13	22	24	2	4	36	12	21	9	81
14	21	29	8	64	37	23	28	5	25
15	21	25	4	16	38	21	24	3	9
16	16	28	12	144	39	17	23	6	36
17	15	28	13	169	40	19	24	5	25
18	19	23	4	16	41	13	24	11	121
19	17	26	9	81	42	23	26	3	9
20	16	27	11	121	43	20	27	7	49
21	16	22	6	36	44	20	28	8	64
22	20	24	4	16	45	20	25	5	25
23	16	26	10	100				D=334	D ² =3042

ตาราง 7 คะแนนใบกิจกรรมที่1,2 และแบบทดสอบที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(20)	คะแนน แบบทดสอบ(10)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(20)	คะแนน แบบทดสอบ(10)
1	15	8	24	16	10
2	18	8	25	17	8
3	17	10	26	19	9
4	20	10	27	20	10
5	20	10	28	19	10
6	17	10	29	20	9
7	18	9	30	20	10
8	18	8	31	19	10
9	19	6	32	20	10
10	20	10	33	19	9
11	19	7	34	18	8
12	10	7	35	17	8
13	18	9	36	19	10
14	20	8	37	18	8
15	19	10	38	19	8
16	18	8	39	20	8
17	19	8	40	19	9
18	18	10	41	19	7
19	18	9	42	18	9
20	18	8	43	20	9
21	18	10	44	18	9
22	18	8	45	20	8
23	18	7			

$$\Sigma X = 826, \Sigma F = 394 \quad E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{91.77}{87.55} \quad E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{91.77}{87.55}$$

ตาราง 8 คะแนนใบกิจกรรมที่ 3 และแบบทดสอบที่ 2 เรื่องรากที่ n และจำนวนในรูปกรณฑ์

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(10)	คะแนน แบบทดสอบ(10)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(10)	คะแนน แบบทดสอบ(10)
1	8	7	24	8	8
2	8	9	25	8	8
3	8	7	26	10	8
4	9	8	27	8	10
5	8	10	28	10	7
6	9	9	29	9	9
7	9	10	30	9	9
8	9	8	31	10	7
9	9	8	32	10	5
10	10	8	33	10	9
11	8	7	34	10	7
12	5	7	35	9	8
13	10	8	36	9	9
14	8	7	37	10	10
15	10	8	38	10	10
16	8	8	39	7	7
17	8	8	40	9	9
18	8	10	41	10	8
19	8	8	42	10	8
20	9	7	43	8	8
21	9	8	44	7	8
22	10	7	45	9	9
23	9	7			

$$\Sigma X = 397, \Sigma F = 365 \quad E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{91.77}{87.55}$$

ตาราง 9 คะแนนใบกิจกรรมที่ 4, 5 และแบบทดสอบที่ 3 เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและ ฟังก์ชันลอการิทึม

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(20)	คะแนน แบบทดสอบ(10)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(20)	คะแนน แบบทดสอบ(10)
1	12	7	24	19	7
2	17	7	25	18	10
3	17	8	26	18	9
4	18	6	27	19	10
5	18	9	28	15	8
6	15	9	29	18	10
7	15	7	30	19	8
8	19	9	31	15	8
9	16	8	32	17	6
10	17	10	33	20	9
11	19	8	34	17	6
12	14	8	35	19	10
13	17	10	36	19	8
14	16	10	37	18	6
15	17	3	38	18	10
16	18	9	39	17	9
17	18	7	40	17	8
18	17	8	41	16	7
19	16	8	42	19	8
20	15	7	43	17	8
21	16	8	44	12	10
22	18	8	45	18	9
23	15	8			

$$\Sigma X = 765, \Sigma F = 366, E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{85}{81.33}$$

ตาราง 10 คะแนนใบกิจกรรมที่ 6,7,8 และแบบทดสอบที่ 4 เรื่องลอการิทึม

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(30)	คะแนน แบบทดสอบ(10)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(30)	คะแนน แบบทดสอบ(10)
1	20	8	24	27	7
2	17	8	25	24	8
3	27	8	26	28	9
4	25	8	27	28	10
5	24	10	28	26	7
6	26	7	29	28	9
7	22	7	30	27	9
8	26	9	31	25	8
9	23	7	32	27	9
10	25	9	33	26	9
11	23	9	34	24	9
12	20	8	35	24	8
13	27	8	36	27	9
14	28	9	37	24	8
15	29	10	38	24	9
16	28	8	39	24	8
17	25	8	40	25	8
18	26	8	41	28	8
19	23	8	42	22	8
20	23	8	43	29	9
21	25	9	44	23	8
22	24	9	45	29	8
23	25	7			

$$\Sigma X = 1128, \Sigma F = 375$$

$$E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{91.77}{87.55}$$

ตาราง 11 คะแนนใบกิจกรรมที่ 9,10และแบบทดสอบที่ 5เรื่องสมการ เรืองฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(20)	คะแนน แบบทดสอบ(10)	คนที่	คะแนน แบบฝึกหัด(20)	คะแนน แบบทดสอบ(10)
1	13	8	24	18	8
2	15	9	25	17	8
3	16	10	26	17	9
4	18	8	27	20	9
5	16	8	28	15	7
6	16	7	29	19	9
7	15	8	30	17	9
8	17	9	31	18	7
9	16	7	32	17	10
10	18	9	33	19	8
11	16	9	34	19	9
12	14	7	35	17	8
13	18	9	36	19	8
14	18	8	37	18	7
15	19	9	38	17	8
16	16	10	39	18	7
17	17	8	40	17	8
18	17	8	41	18	6
19	15	8	42	17	10
20	15	8	43	17	9
21	18	8	44	16	9
22	19	7	45	17	8
23	14	6			

$$\Sigma X = 763, \Sigma F = 369 \quad E = \frac{E_1}{E_2} = \frac{84.78}{82}$$

ภาคผนวก ข

- แบบทดสอบหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
- แผนการสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม
- ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

**แบบทดสอบหลังจากเรียนด้วยบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม**

แบบทดสอบชุดที่ 1

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ประโยคในข้อใดไม่เป็นจริง

ก. $(2^{-1})^5 = (2^5)^{-1}$

ข. $\left(\frac{2}{3}\right)^{-1} = \frac{3}{2}$

ค. $(5^{-2})^2 = \left(\frac{1}{5}\right)^4$

ง. $\left(\frac{1}{4}\right)^{-3} = \left(\frac{1}{2}\right)^6$

2. ค่าของ $\frac{3^{-1} - 5^{-1}}{3^{-1} + 5^{-1}}$ ตรงกับข้อใด

ก. $\frac{1}{2}$

ข. $\frac{1}{4}$

ค. $\frac{1}{8}$

ง. $\frac{1}{16}$

3. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้ข้อใดเป็นจริง

ก. $(0.25)^2 (0.25)^3 (0.5)^{-2} = \left(\frac{1}{2}\right)^{12}$

ข. $\frac{a^{n+2} \times a^{3n}}{a^5} = a$ เมื่อ $a \neq 0$ และ a เป็นจำนวนเต็ม

ค. $(5^{x-y})^2 = \frac{25^x}{25^y}$ เมื่อ x และ y เป็นจำนวนเต็ม

ง. $\frac{2^m \times 6^n}{3^n} = 2^{m-n}$ เมื่อ m และ n เป็นจำนวนเต็ม

4. $\left(\frac{2x^3}{3y^2}\right)^{-2} \cdot \left(\frac{3y^{-1}}{2x^2}\right)^3$ มีผลลัพธ์ตรงกับข้อใด

ก. $\frac{32x}{243y^{12}}$

ข. $\frac{243y}{32x^{12}}$

ค. $\frac{32y^{12}}{243x}$

ง. $\frac{243x^{12}}{32y}$

5. ผลลัพธ์ของ $\frac{27^{1-n} - 81^{1-n}}{243^{1-n}}$ ตรงกับข้อใด

ก. 9×81^n

ข. 27×81^n

ค. 3×81^n

ง. 81×9^n

แบบทดสอบชุดที่ 2

1. ค่าของ $20^{\frac{1}{2}} + 45^{\frac{1}{2}} - 125^{\frac{1}{2}}$ มีคำตอบตรงกับข้อใด

ก. 0	ข. 1
ค. $3(5^{\frac{1}{2}})$	ง. $5^{\frac{1}{2}}$
2. ค่าของ $3\sqrt{20} + 2\sqrt{18} - \sqrt{45} + \sqrt{8}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $11\sqrt{7}$	ข. $11\sqrt{10}$
ค. $3\sqrt{5} + 8\sqrt{2}$	ง. $2\sqrt{5} + 4\sqrt{3}$
3. ถ้า $\sqrt{\frac{1}{32}} = \left(\frac{1}{512}\right)^{-x}$ แล้ว x เท่ากับข้อใด

ก. 3	ข. 5
ค. $\frac{5}{18}$	ง. $\frac{-5}{18}$
4. สมการในข้อใดต่อไปนี้มีรากในระบบจำนวนจริง

ก. $\sqrt{x-1} - \sqrt{x} = 2$	ข. $\sqrt{x+12} + \sqrt{x} = 2$
ค. $\sqrt{x-4} + \sqrt{x-8} = 2$	ง. $\sqrt{x-3} = \sqrt{x} - 3$
5. ข้อใดต่อไปนี้เป็นจริง

ก. $\sqrt{-4}\sqrt{-4} = \sqrt{(-4)(-4)} = -4 $	ข. $\sqrt{9-2\sqrt{4}} = \sqrt{2} - \sqrt{7}$
ค. $\sqrt[3]{8^4 \sqrt{y^{12}} \sqrt{x^3}} = 2\sqrt{xy} ; x, y > 0$	ง. $\frac{\sqrt[4]{32x^3} - \sqrt[4]{8x^5}}{\sqrt[4]{2x}} = 2\sqrt{x} - x\sqrt{2} ; x > 0$
6. ค่าของ $\sqrt{75} - \sqrt{12} - \sqrt{\frac{1}{3}}$ ตรงกับข้อใด

ก. $\frac{2}{3\sqrt{3}}$	ข. $\frac{4}{3\sqrt{3}}$
ค. $\frac{8}{3\sqrt{3}}$	ง. $\frac{1}{3\sqrt{3}}$
7. ค่าของ $\frac{5}{\sqrt{2} + \sqrt{3} + \sqrt{8}}$ ตรงกับข้อใด

ก. $\frac{3\sqrt{2} - \sqrt{3}}{3}$	ข. $\frac{3\sqrt{2} - 3}{2}$
ค. $3\sqrt{2} - 3$	ง. $\frac{\sqrt{3} - 3\sqrt{2}}{3}$

8. ข้อใดต่อไปนี้ไม่จริง

ก. ถ้า $x^{\frac{2}{3}} = 4$ แล้ว $x = 8$

ข. ถ้า $x^{\frac{3}{2}} = 8$ แล้ว $x = 4$

ค. ถ้า $x^{\frac{-1}{2}} = 2$ แล้ว $x^{\frac{3}{2}} = 8$

ง. ถ้า $x^{-1} = 4$ แล้ว $x^{\frac{1}{2}} = 0.5$

9. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. $\sqrt{4x^2 - 12xy + 9y^2} = 2x - 3y$

ข. ถ้า $y^3 = 27 - x^3$ แล้ว $y = 3 - x$

ค. ถ้า $(y+1)^2 = 4x^3$ แล้ว

ง. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ $y = 2x^{\frac{3}{2}}$

10. $\frac{(x^{\frac{1}{2}} \cdot y^{\frac{1}{4}})^2}{(x^{\frac{5}{6}} \cdot y^{\frac{-5}{9}})^3} = \left(\frac{y^3}{x^9}\right)^{\frac{1}{6}}$

1. เมื่อ n เป็นจำนวนนับแล้ว $\frac{2 \cdot 2^{2n+3} - 24 \cdot 2^{2(n-1)}}{10 \cdot 2^{2n}} = 1$

2. $\frac{\sqrt{ab} - b}{a - \sqrt{ab}} = \sqrt{\frac{b}{a}}$ เมื่อ $a > 0$ และ $b > 0$ และ $a \neq b$

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. ข้อ 1 ถูก ข้อ 2 ผิด

ข. ข้อ 1 ผิด ข้อ 2 ถูก

ค. ถูกทั้งข้อ 1 และข้อ 2

ง. ผิดทั้งข้อ 1 และข้อ 2

แบบทดสอบชุดที่ 3

1. จงพิจารณาว่าข้อใดผิด

- ก. กราฟของ $y = a^x$ เมื่อ $a \neq 1$ ผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ
 ข. กราฟของ $y = a^{-x}$ เมื่อ $0 < a < 1$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
 ค. กราฟของ $y = a^{-x}$ เมื่อ $a > 0$ เป็นฟังก์ชันลด
 ง. กราฟของ $y = (-a)^x$ เมื่อ $a > 0$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

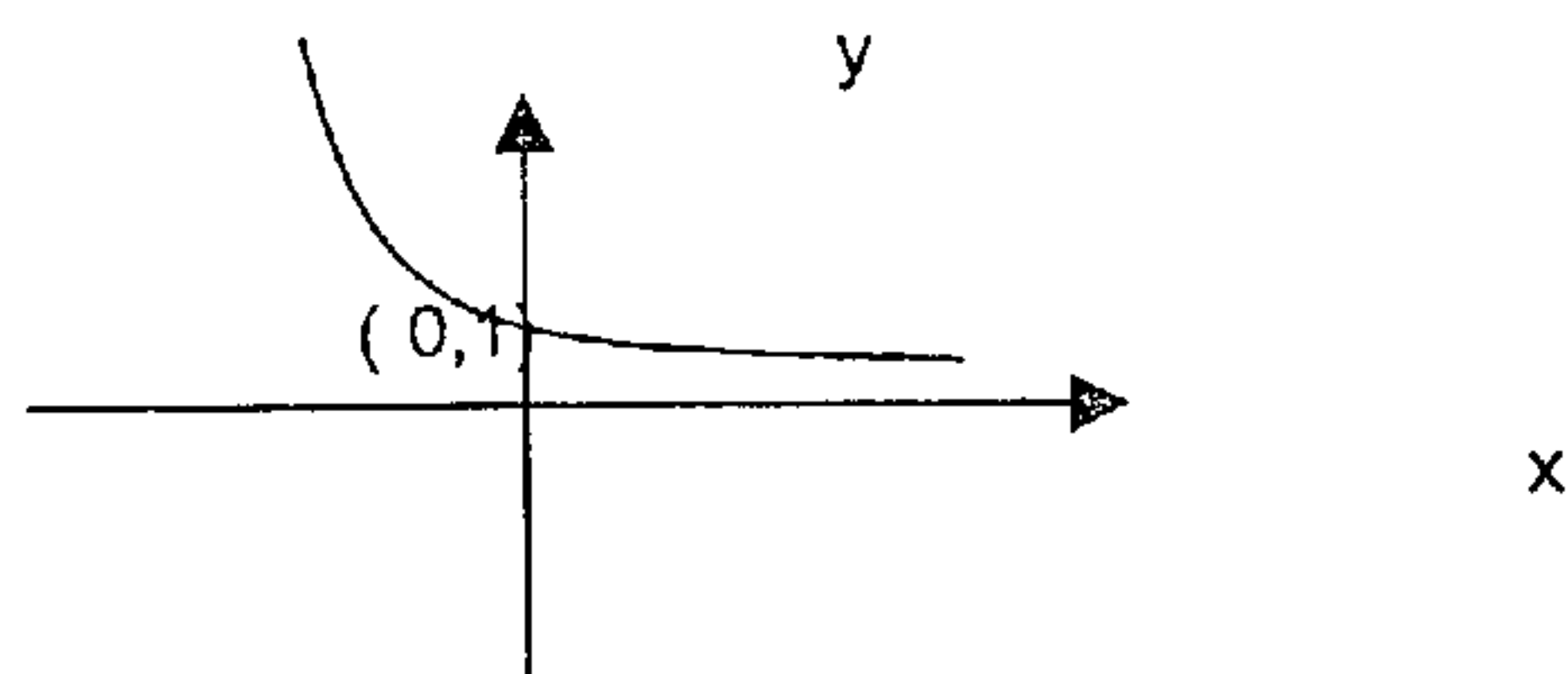
2. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- ก. $2^{\frac{1}{2}} > 3^{\frac{1}{3}}$
 ข. $\left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)^{\sqrt{3}} < \left(\sqrt{\frac{2}{3}}\right)^{\sqrt{2}}$
 ค. $3^{\frac{1}{3}} > 5^{\frac{1}{5}}$
 ง. $(\sin 1^\circ)^{\sqrt{2}} < (\sin 1^\circ)^{\sqrt{3}}$

3. ข้อใดต่อไปนี้ผิด

- ก. $(\sqrt{2})^{\sqrt{2}} < (\sqrt{2})^{\sqrt{3}}$
 ข. $(\sqrt{3})^{\sqrt{\frac{2}{3}}} > (\sqrt{3})^{\sqrt{\frac{3}{2}}}$
 ค. $\sqrt{3} < (\sqrt{2})^{\sqrt{6}}$
 ง. $\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\right)^{\frac{1}{\sqrt{2}}} > \left(\frac{1}{\sqrt{6}}\right)^{\frac{1}{\sqrt{2}}}$

4. กราฟที่กำหนดให้เป็นกราฟของฟังก์ชันใดต่อไปนี้



- ก. $y = b^x, b < 0$
 ข. $y = b^x, 0 < b < 1$
 ค. $y = b^x, -1 < b < 0$
 ง. $y = b^x, b > 1$

5. ข้อใดต่อไปนี้จริง

- ก. กราฟของ $y = 2^x - 1$ ผ่านจุด $(0, 0)$ เสมอ
 ข. กราฟของ $y = 2^{|x|}$ เมื่อ $x < 0$ คือกราฟของ $y = 2^{-x}$
 ค. กราฟของ $y = 2^{|x|}$ ผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ
 ง. ฟังก์ชัน $y = \left(\frac{2}{3}\right)^{-x}$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม

6. จงพิจารณาข้อความใดถูกต้อง

- ก. ถ้า $a < 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันลด
- ข. โดเมนของฟังก์ชันลอการิทึมเป็นเซตของจำนวนจริง
- ค. ฟังก์ชัน เอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 จากเซตของจำนวนจริงบวกไปบนเซตของจำนวนจริง
- ง. กราฟของ $y = \log_2 x$ เหมือนกับกราฟของ $x = 2^y$

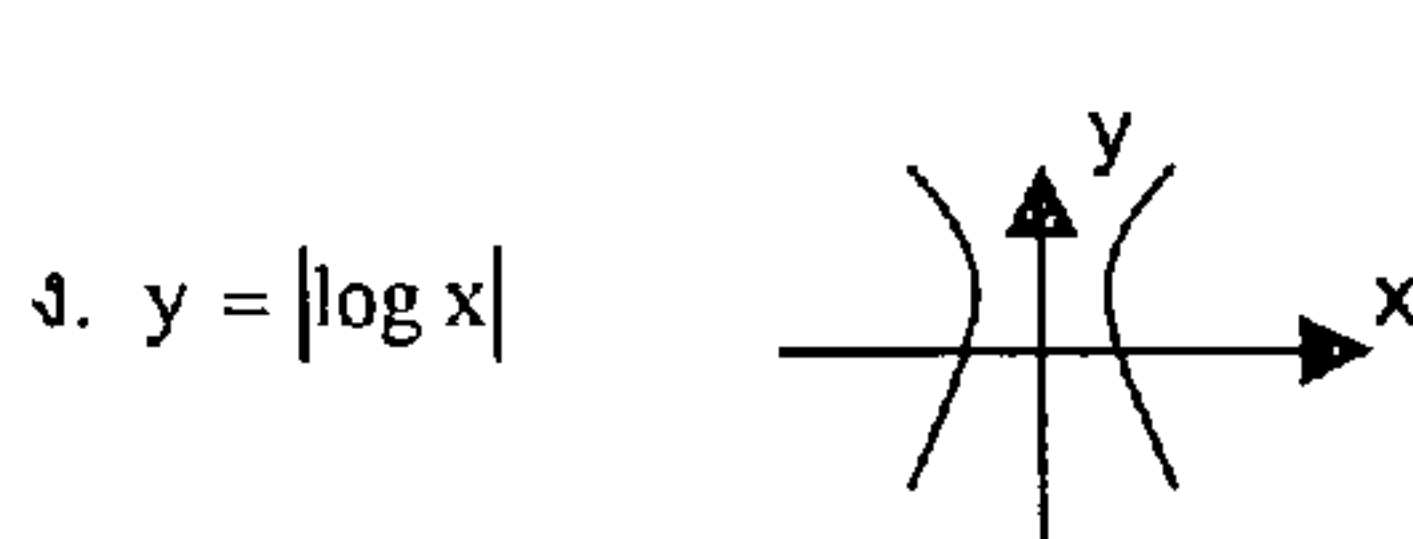
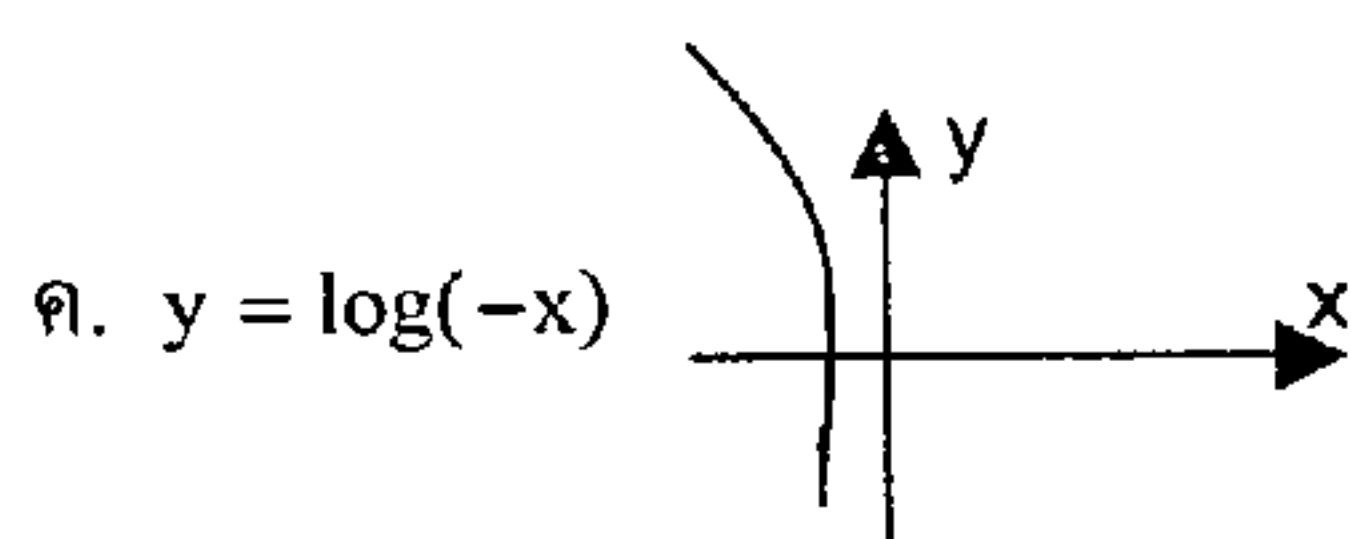
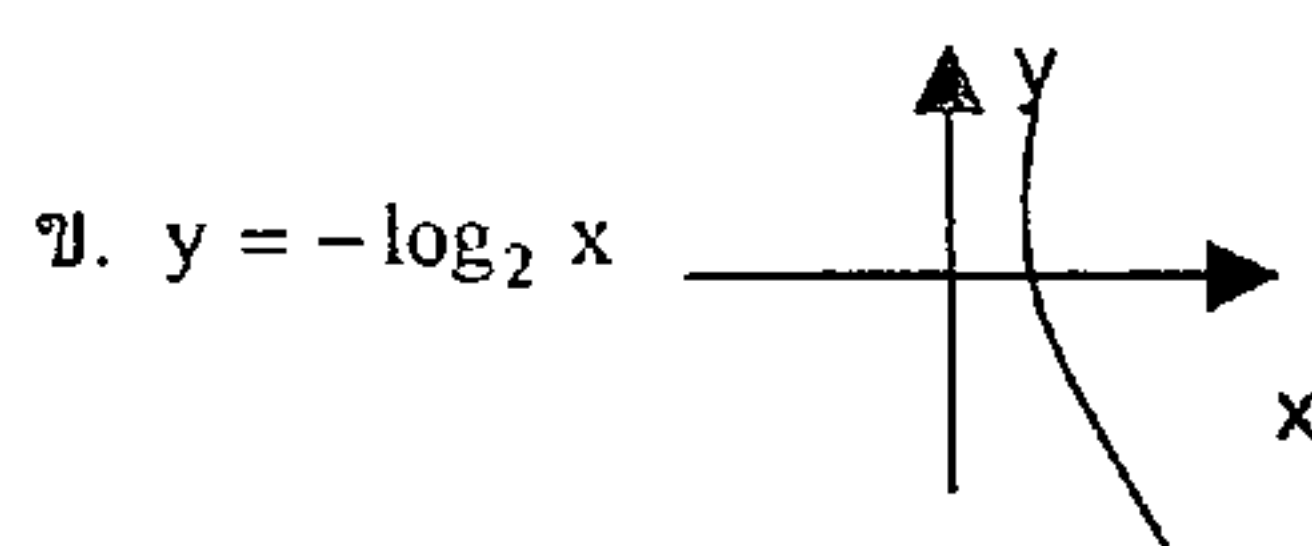
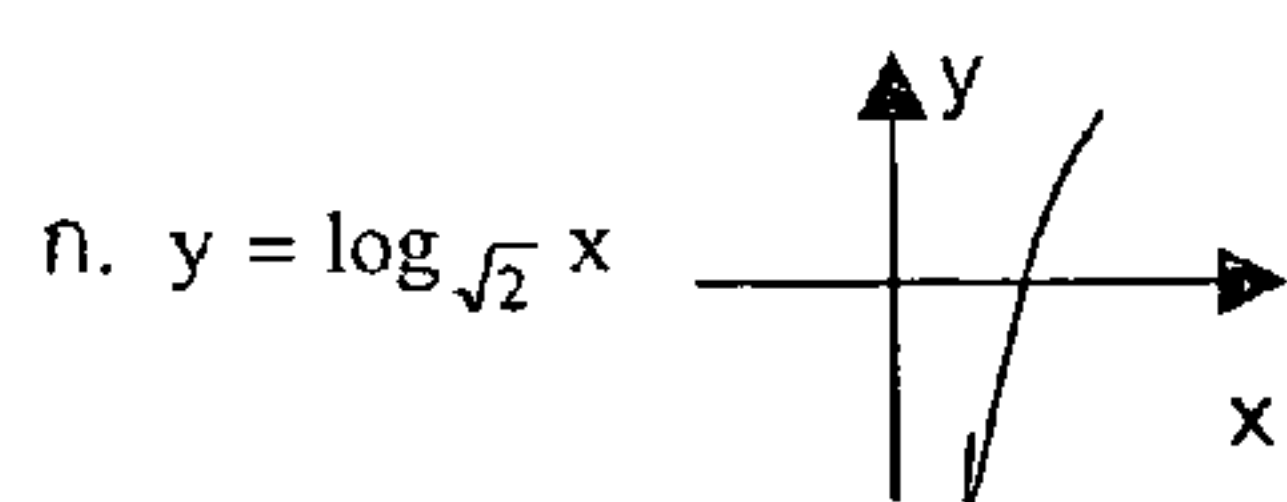
7. จงพิจารณาว่าข้อใดผิด

- ก. ถ้า $a > 0$ และ $a \neq 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
- ข. กราฟของ $y = 5^x$ ตัดกับกราฟของ $y = 7^x$
- ค. อินเวอร์สของฟังก์ชัน $y = e^x$ คือ $y = \ln x$
- ง. ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จากเซตของจำนวนจริงบวกไปทั่วถึงเซตของจำนวนจริง

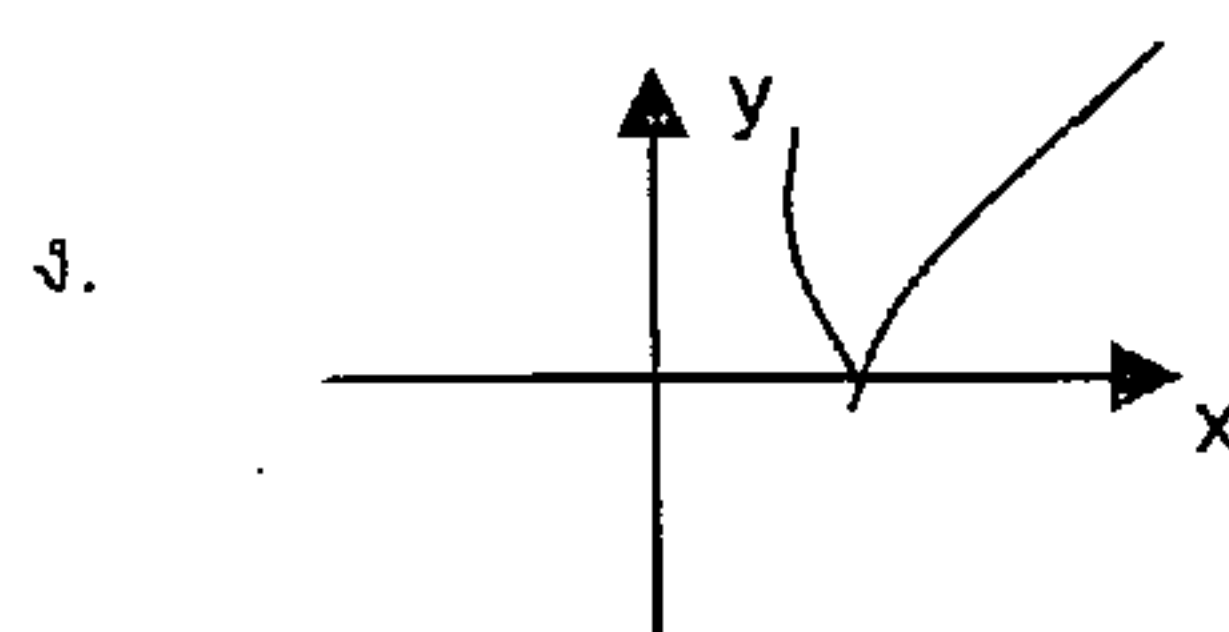
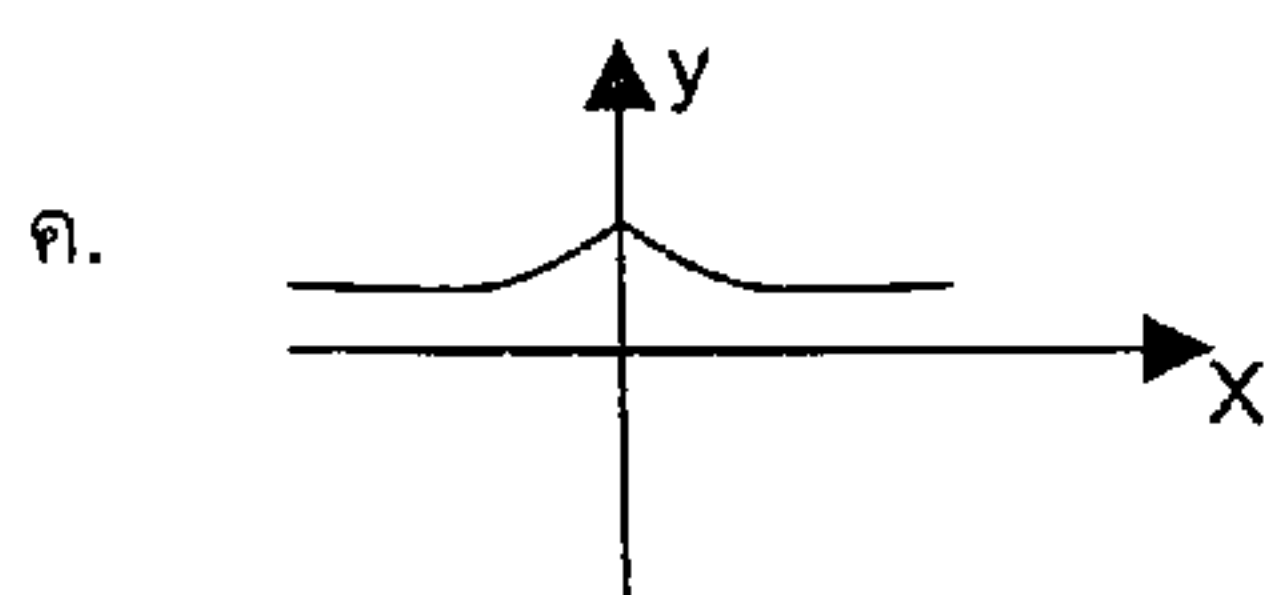
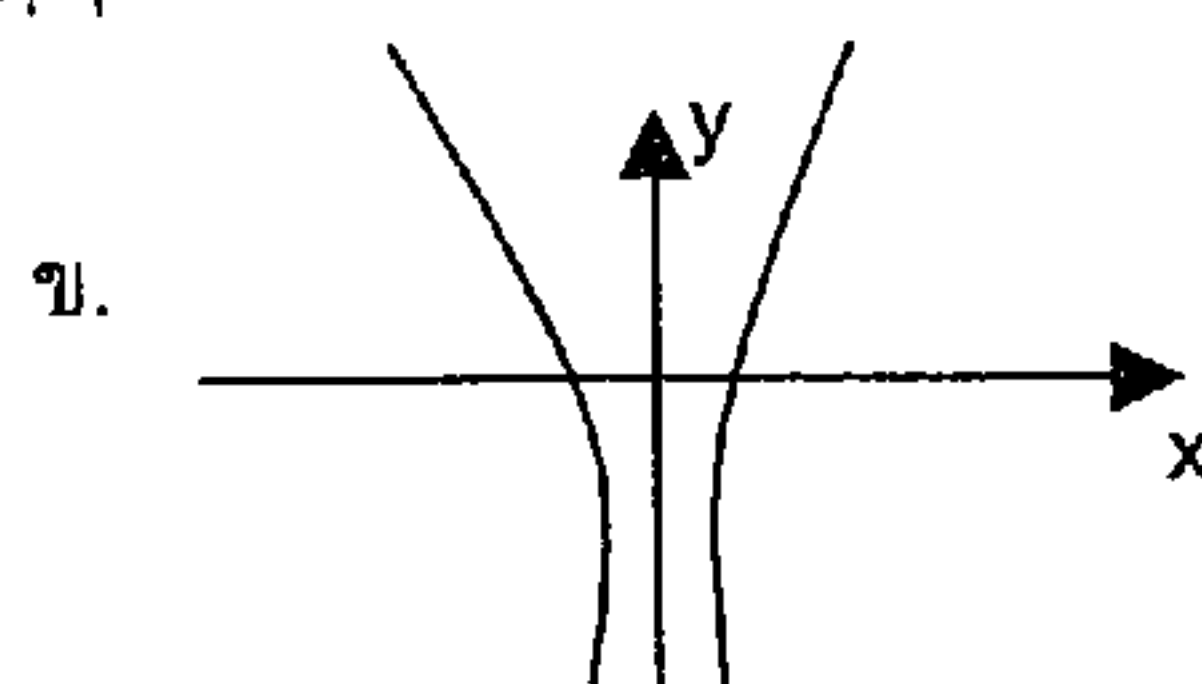
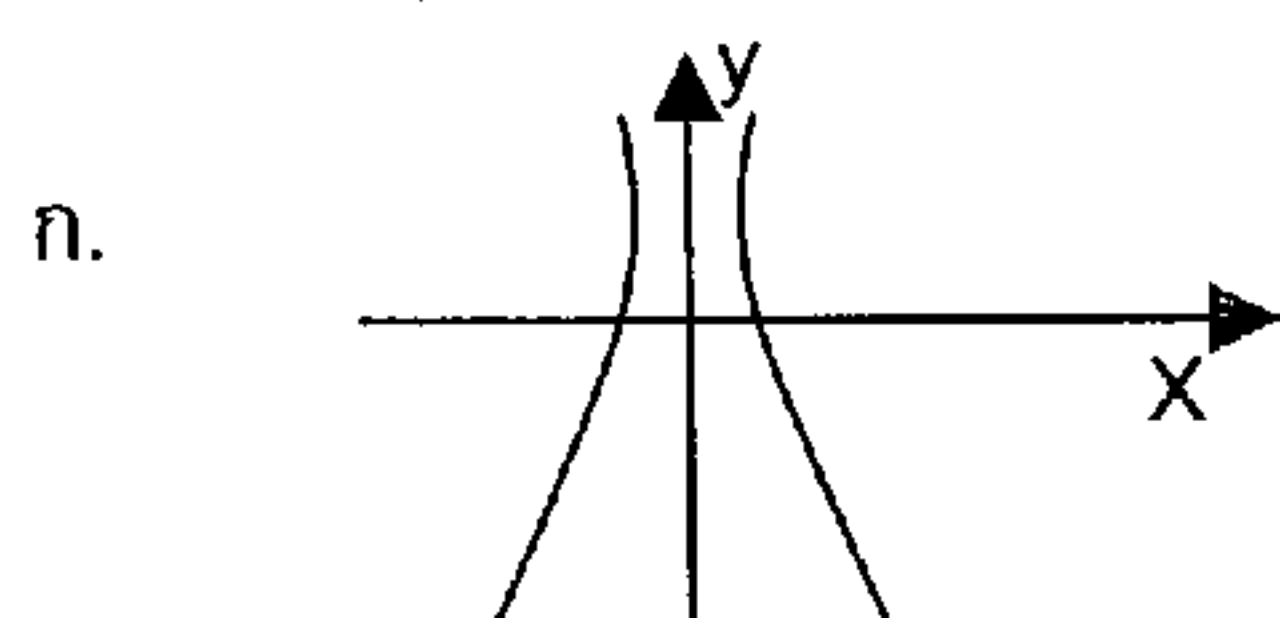
8. ข้อใดต่อไปนี้ มีค่าน้อยที่สุด

- ก. $\sqrt{\sin 1^\circ}$
- ข. $(\sin 1^\circ)^{\frac{1}{\sqrt{2}}}$
- ค. $(\cos 1^\circ)^{\frac{1}{\sqrt{2}}}$
- ง. $(\cos 1^\circ)^{\frac{1}{\sqrt{3}}}$

9. กราฟในข้อใดไม่ตรงกับสมการที่กำหนดให้



10. กราฟข้อใดต่อไปนี้ เป็นกราฟของสมการ $y = \log|x|$



9. กำหนด $\log 2 = a$, $\log 3 = b$, $\log 5 = c$ พิจารณาข้อความต่อไปนี้

1.) $\log_{25} 4 = \frac{a}{c}$

2.) $\log_9 \sqrt[3]{2} = \frac{a}{9b}$

3.) $\log_8 \sqrt{125} = \frac{c}{2a}$

ก. ข้อ 1-3 เป็นจริงเพียงข้อ 1

ข. ข้อ 1-3 เป็นจริงเพียงข้อ 2

ค. ข้อ 1-3 เป็นจริงเพียง 2 ข้อ คือ ข้อ 1 และข้อ 2

ง. ข้อ 1-3 เป็นจริงเพียง 2 ข้อ คือ ข้อ 1 และข้อ 3

10. ค่าของ $\log 100m$ มากกว่า $\log \frac{m}{100}$ อยู่เท่าใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

10. ถ้า $9^{\log_2 x} = 729$ แล้ว x มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 1

ข. 8

ค. 18

ง. 21

แบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

คำชี้แจง แบบทดสอบนี้มี 30 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อต่อไปนีข้อใดถูกต้อง

ก. $2^{2^3} - (2^2)^3 = 0$

ข. $((2^{-1})^{-1})^{-1} = \frac{1}{2}$

ค. $\frac{-3^4}{(-3)^2} = -9$

ง. $\left[3 + 4^2 - \frac{1}{3}(2^5 + 5^2)\right]^0 = 1$

2. ค่าของ $\left(\frac{m^{-2}n}{m^3n^{-4}}\right)^{-3} \div \left(\frac{mn^{-1}}{m^{-3}n^2}\right)^5$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. $\frac{1}{m^5}$

ข. $\frac{1}{m^{-9}}$

ค. n^{-7}

ง. $\frac{1}{n^{12}}$

3. ค่าของ $\frac{4^{n+3}}{15^{-n-1}} \cdot \frac{12^{-n+2}}{5^{n+1}} \cdot \frac{1}{24^3}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 2

ข. 12

ค. 64

ง. 128

4. ผลสำเร็จของ $\frac{11 \cdot 2^{n+1} - 3 \cdot 2^{n+2}}{2^{n+3}}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 1.25

ข. 2.00

ค. 2.25

ง. 2.50

5. เซตคำตอบของสมการ $2^{2x+1} - 3 \cdot 2^x + 1 = 0$ เป็นสับเซตของช่วงในข้อใด

ก. $(-4, -3)$

ข. $(-3, 1)$

ค. $(0, 3)$

ง. $(-1, 2)$

6. ค่าของ y จากสมการ $2^{4y} \cdot 4^{y-3} = 8^{y+1}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

7. ถ้า $\frac{5^{2x} \cdot (5^{2x-1})^{2x}}{5^{x+3} \cdot 5^{3x-3}} \cdot \frac{1}{25^{-2x}} = 625$ แล้วค่า x มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 0

ข. ± 1

ค. ± 2

ง. $\pm \frac{1}{4}$

16. ค่าของ $\log_5 11 \cdot \log_2 13 \cdot \log_6 2401 \cdot \log_{121} 125 \cdot \log_{13} 32 \cdot \log_7 216$ เท่ากับข้อใด

ก. 35

ข. 70

ค. 80

ง. 90

17. ค่าของ $8^{\left(\log_2 \sqrt[3]{4} - \frac{1}{3}\right)}$ มีค่าตรงกับข้อใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 4

18. เซตคำตอบของสมการ $\log_4[\log_3\{\log_2(x^2-2x)\}] = 0$ คือข้อใด

ก. $\{-2,4\}$

ข. $\{2,-4\}$

ค. $\{2,4\}$

ง. $\{-2,-4\}$

19. จงพิจารณาต่อไปนี้ข้อใดผิด

ก. $\log 31 = 1.4914$ แล้ว $\log 0.031 = -1.586$

ข. ถ้า $3^y = 128$ แล้ว $y = \log_3 128$

ค. ถ้า x เป็นจำนวนจริงซึ่ง $\log(x^2-4) = 0$ แล้ว $x = 5$

ง. $\log_5 \sqrt[3]{125} = \frac{3}{2}$

20. กำหนด $\log 2 = 0.3010$, $\log 5 = 0.6990$ ค่าของ $\log \sqrt{\frac{4}{5}}$ ตรงกับข้อใด

ก. 0.0485

ข. -0.0485

ค. 0.4085

ง. -0.4085

21. ถ้า $9^{\log_2 x} = 729$ แล้ว x มีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 1

ข. 8

ค. 18

ง. 21

22. ค่าของ x ที่สอดคล้องสมการ $\log(x^2+4x+4) - \log 18 = \log(x+2)$ อยู่ในช่วงใดต่อไปนี้

ก. $[-3,10]$

ข. $[-20,-10]$

ค. $[2,4]$

ง. $[10,20]$

23. ถ้า $\log \sqrt{x} + \log 4\sqrt{x} + \log \sqrt[3]{x} = \frac{7}{4}$ แล้ว x จะมีค่าเท่ากับข้อใด

ก. 10^0

ข. 10^1

ค. 10^2

ง. 10^3

24. เซตคำตอบของสมการ $\log_{100} x = 1 - \log \sqrt{10^{\log x} + 15}$ ตรงกับข้อใด
 ก. $\{20\}$ ข. $\{20, 5\}$
 ค. $\{5\}$ ง. ไม่มีจำนวนจริง x ที่ทำให้สมการเป็นจริง
25. เซตคำตอบของสมการ $\log_4 \log_3 \log_2 5^{\log_5 (x^2 + 2x)} = 0$ เป็นสับเซตของช่วงในข้อใด ต่อไปนี้
 ก. $[-5, 1]$ ข. $[-4, 3]$
 ค. $[-1, 5]$ ง. $[0, 6]$
26. ค่า x จากสมการ $\log_x 4 + \log_x 16 + \log_x 64 = 12$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้
 ก. 2 ข. 4
 ค. 16 ง. 64
27. ผลบวกของคำตอบจากสมการ $\log x = \log_5 2x$ มีค่าตรงกับข้อใด
 ก. $\frac{1}{10}$ ข. $\frac{1}{5}$
 ค. 2 ง. 12
28. เซตคำตอบของสมการ $(3x)^{\log_4 x} = (x^2 + 2)^{\log_4 x}$ คือข้อใด
 ก. $\{1, 2, 4\}$ ข. $\{1, 2\}$
 ค. $\{1, 2, 3\}$ ง. $\{-1, -2, -4\}$
29. ถ้า $(\log_y x)(\log_2 y)(\log_{25} z) = \log_5 125$ แล้ว x มีค่าตรงกับข้อใด
 ก. 5^3 ข. 5^6
 ค. 6^5 ง. ข้อ 1, 2, 3 ไม่มีข้อใดถูกต้อง
30. ค่า x ที่สอดคล้องสมการ $\log_{16} x + \log_4 x + \log_2 x = 7$ อยู่ในเซตใด
 ก. $\{x / x < 20\}$ ข. $\{x / x < 5\}$
 ค. $\{x / x > 20\}$ ง. $\{x / x > 17\}$

แผนการสอนที่ 1

เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

จำนวน 1 คาบ เวลา 50 นาที

สาระสำคัญ

การแก้ปัญหาเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มจะต้องนำทฤษฎีและนิยามมาใช้ในการคิดคำนวณให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. สามารถบอกความหมายของเลขยกกำลัง บอกเงื่อนไขที่เป็นขอบข่ายของฐานที่ทำให้เลขชี้กำลังมีความหมายเมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
2. สามารถบอกสมบัติเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และนิยามของเลขยกกำลังได้
3. สามารถคิดคำนวณเลขยกกำลังให้เป็นผลสำเร็จรูปหรือรูปอย่างง่ายได้

เนื้อหา

บทนิยาม ถ้า a เป็นจำนวนจริงใดๆ และ n เป็นจำนวนเต็มแล้ว $a^n = a \cdot a \cdot a \dots a$ (จำนวน n ตัว)

เรียก a^n เป็นเลขยกกำลัง มี a เป็นฐาน (Base) n เป็นเลขชี้กำลัง (Exponent)

ทฤษฎีของเลขยกกำลัง

ถ้า a, b เป็นจำนวนจริงใดๆ และ m, n เป็นจำนวนเต็มแล้วจะได้

1. $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$
2. $a^m / a^n = a^{m-n}$
3. $(a^m)^n = a^{mn}$
4. $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$
5. $(a/b)^n = a^n / b^n, b \neq 0$

บทนิยามของเลขยกกำลัง

ถ้า a เป็นจำนวนจริงใดๆ , $a \neq 0$ และ n เป็นจำนวนเต็มแล้ว

1. $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$
2. $a^0 = 1$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ทบทวนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มจากแผ่นโปรงใสที่ 1 โดยครูจะให้นักเรียนทำก่อนแล้วครูพร้อมสรุปเพิ่มเติม
2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม
3. เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุป โดยครูจะคอยแนะนำเพิ่มเติม

การเรียนรู้การสอน

1. แผ่นโปรงใส
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อย
เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม
2. ดูจากผลการทำงานกิจกรรมและแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผ่นโปรงใสที่ 1

$$1. 2^5 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$$

$$2. (-4)^3 = (-4) \cdot (-4) \cdot (-4)$$

$$3. \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left(\frac{1}{2}\right)$$

$$4. (\sqrt{2})(\sqrt{2})(\sqrt{2}) = (\sqrt{2})^3$$

$$5. \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)\left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right) = \left(\frac{1}{\sqrt{3}}\right)^4$$

แผนการสอนที่ 2

เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การแก้ปัญหเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะจะต้องนำทฤษฎีและนิยามมาใช้ในการคิดคำนวณให้อยู่ในรูปอย่างง่าย

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถนำเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะไปใช้ได้
2. นักเรียนสามารถเขียนจำนวนที่กำหนดให้ให้อยู่ในรูปอย่างง่ายโดยอาศัยหลักทฤษฎีได้

เนื้อหา

ทฤษฎีบท

ถ้า a, b เป็นจำนวนจริงใด ๆ และ m, n เป็นจำนวนตรรกยะแล้ว จะได้

1. $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$
2. $a^m / a^n = a^{m-n}$
3. $(a^m)^n = a^{mn}$
4. $(a \cdot b)^n = a^n \cdot b^n$
5. $(a/b)^n = a^n / b^n, b \neq 0$

ตัวอย่าง เช่น จงทำ $(27a^3)^{\frac{1}{6}}$ ในรูปอย่างง่าย

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ } (27a^3)^{\frac{1}{6}} &= \left(27^{\frac{1}{6}}\right)(a^3)^{\frac{1}{6}} \\ &= (3^3)^{\frac{1}{6}}(a^3)^{\frac{1}{6}} \\ &= 3^{\frac{1}{2}} \cdot a^{\frac{1}{2}} = (3a)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติใน เรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
 2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ
 3. เมื่อนักเรียนศึกษาบทเรียนจบครูให้นักเรียนสรุปเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ
- ครูเป็นผู้แนะนำและคอยควบคุม

สื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอนเรื่องฟังก์ชันเอกโพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่องเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและความสนใจในการศึกษาบทเรียน
2. ดูจากผลการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผนการสอนที่ 3

เรื่องรากที่ n ในระบบจำนวนจริง และจำนวนในรูปกรณฑ์

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การหารากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์จะต้องรู้เงื่อนไข และสมบัติของรากที่ n ในระบบจำนวนจริง จึงจะนำมาใช้ในการบวก ลบ คูณ หาร ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของรากที่ n เงื่อนไขของจำนวนที่มีรากที่ n และความหมายของค่าหลักของรากที่ n ได้
2. นักเรียนสามารถบอกสมบัติ และพิสูจน์ทฤษฎีบทเกี่ยวกับรากที่ n ได้
3. นักเรียนสามารถ บวก ลบ คูณ หาร จำนวนที่มีเครื่องหมายกรณฑ์ได้

เนื้อหา

รากที่ n ในระบบจำนวนจริง และจำนวนจริงในรูปกรณฑ์

บทนิยาม 1 ถ้า x, y เป็นจำนวนจริง y เป็นรากที่ 2 ของ x ก็ต่อเมื่อ $y^2 = x$ เช่น 4 เป็นรากที่ 2 ของ 16 เพราะ $4^2 = 16$

บทนิยาม 2 ให้ x เป็นจำนวนจริงที่มีรากที่ n และ y จะเป็นค่าหลักของรากที่ n ของ x ก็ต่อเมื่อ

1. y เป็นรากที่ n ของ x
2. $yx \geq 0$ แทนค่าหลักของรากที่ n ของ x ด้วย $\sqrt[n]{x} \therefore (\sqrt[n]{x})^n = x$

สมบัติของรากที่สองที่ไม่เป็นลบ

ทฤษฎีบทที่ 1 ถ้า $x \geq 0$ และ $y \geq 0$ แล้ว $\sqrt{x} \cdot \sqrt{y} = \sqrt{xy}$

ทฤษฎีบทที่ 2 ถ้า $x \geq 0$ และ $y \geq 0$ แล้ว $\frac{\sqrt{x}}{\sqrt{y}} = \sqrt{\frac{x}{y}}$

ทฤษฎีบทที่ 3 ถ้า x และ y มีรากที่ n แล้ว $\sqrt[n]{x} \cdot \sqrt[n]{y} = \sqrt[n]{xy}$

ทฤษฎีบทที่ 4 ถ้า x และ y มีรากที่ n และ $y \neq 0$ แล้ว $\frac{\sqrt[n]{x}}{\sqrt[n]{y}} = \sqrt[n]{\frac{x}{y}}$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติในเรื่องรากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์ แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่อง รากที่ n รากที่ n ในระบบจำนวนจริงและจำนวนจริงในรูปกรณฑ์
3. เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้ว ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุป และให้คำแนะนำ

สื่อการเรียนรู้การสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในหน่วยย่อยเรื่อง รากที่ n

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและความสนใจในการศึกษาบทเรียน
2. ดูจากผลการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผนการสอนที่ 4 (คาบที่ 3,4)

เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

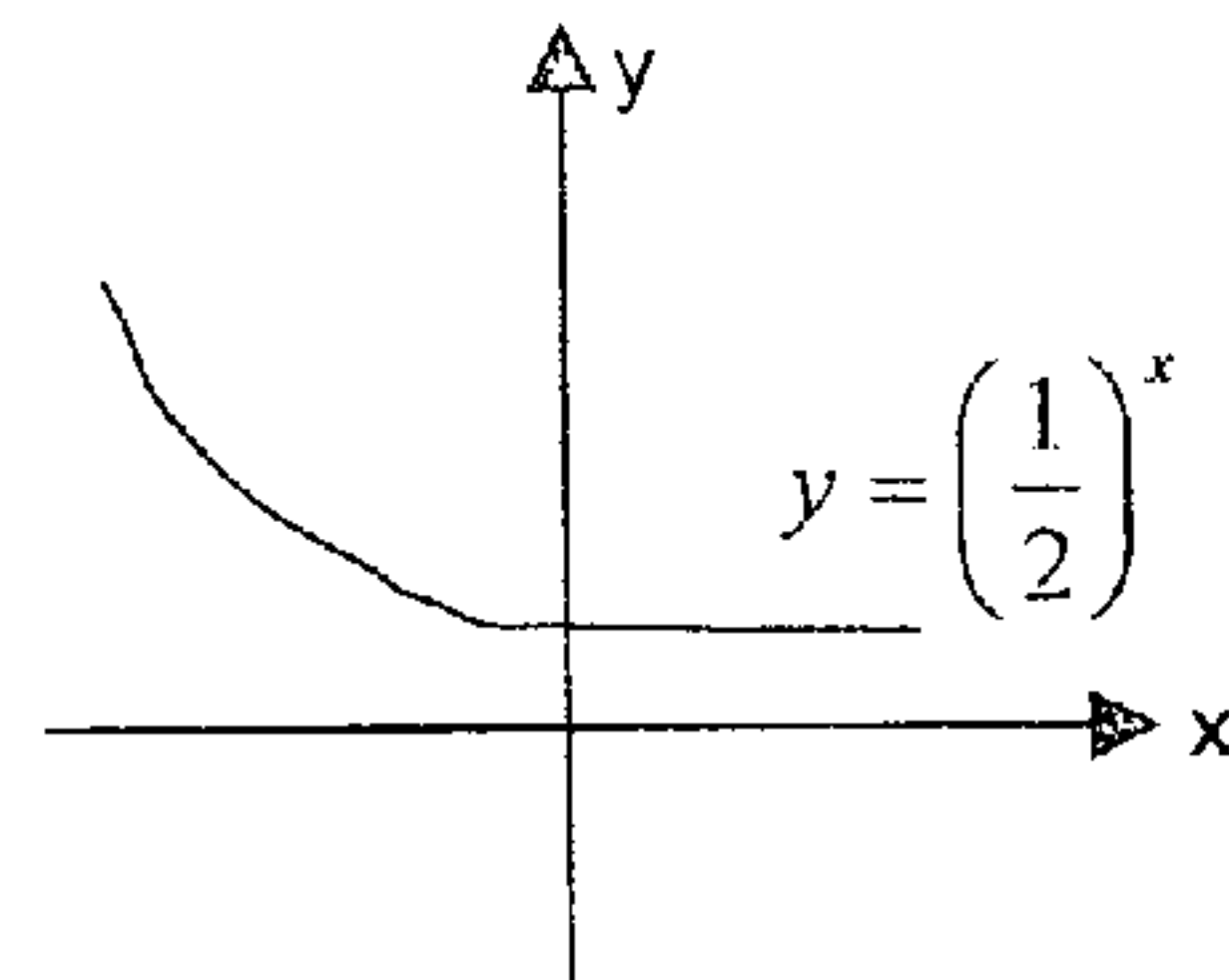
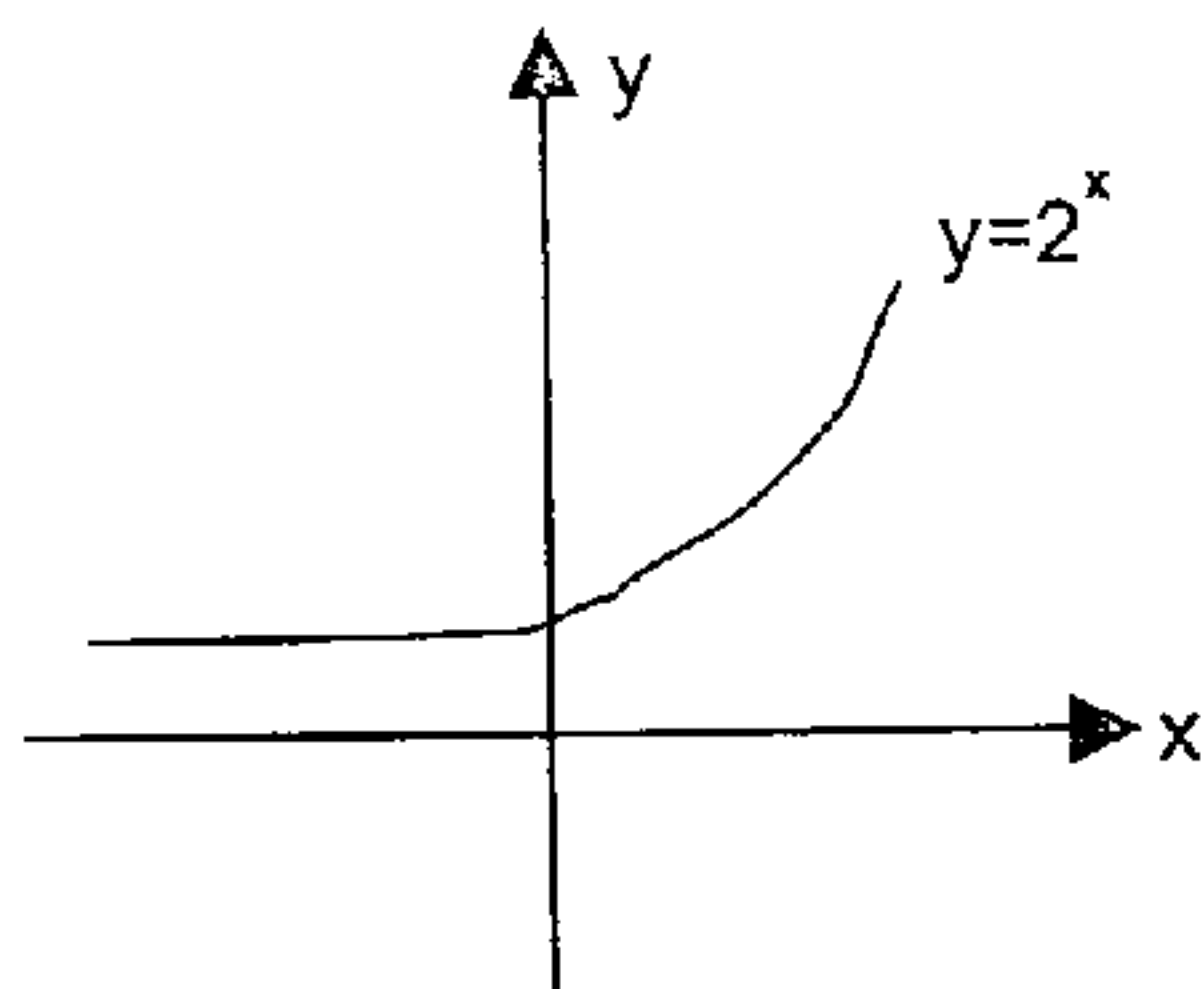
ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลคือ ฟังก์ชันที่เขียนในรูป $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} / y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$ ถ้า $a > 1$ จะเป็นฟังก์ชันเพิ่ม และ $a < 1$ จะเป็นฟังก์ชันลด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. นักเรียนสามารถบอกโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้
2. นักเรียนสามารถเขียนกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้
3. นักเรียนสามารถบอกฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลที่กำหนดให้เป็น 1-1
4. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือลด

เนื้อหา

บทนิยาม ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล คือฟังก์ชันที่เขียนอยู่ในรูป $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} / y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$ ดังตัวอย่าง



จากภาพพอสรุปได้ว่า

1. กราฟของฟังก์ชัน $y = a^x, a > 0, a \neq 1$ จะผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ เพราะ $a^0 = 1$ เสมอ
2. ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
3. ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันลด
4. โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1-1 จะได้ว่า $a^x = a^y, a > 0, a \neq 1$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$
5. โดเมนของฟังก์ชันคือ เซตของจำนวนจริง และเรนจ์ของฟังก์ชันคือ เซตของจำนวนจริงบวก

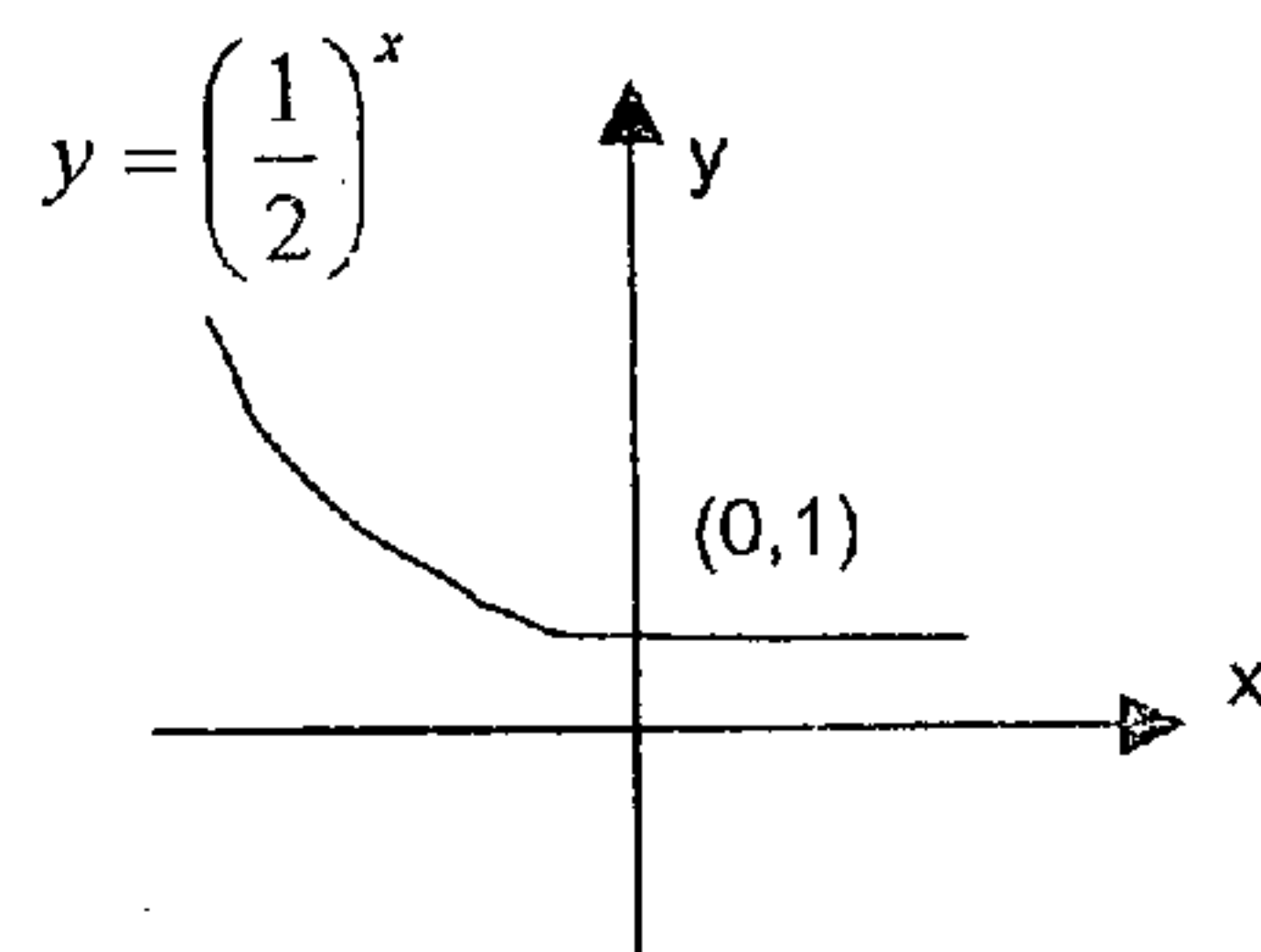
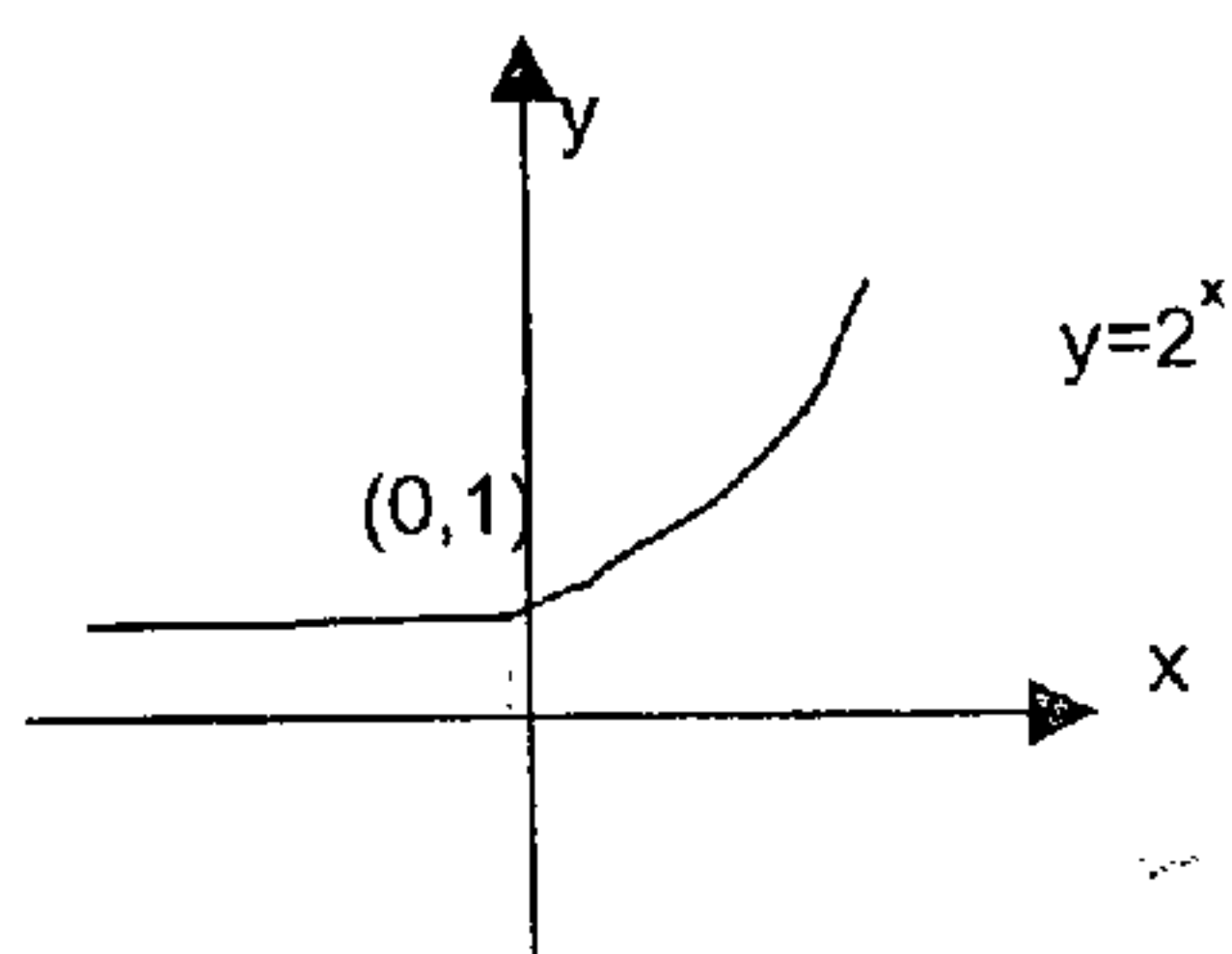
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

คาบที่ 1

1. ครูสอนปกติ เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา ตัวอย่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลในการเขียนกราฟ พร้อมสามารถบอกโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลได้

คาบที่ 2

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา ตัวอย่าง แบบฝึกหัดในเรื่องเอกซ์โพเนนเชียลต่อจากคาบที่ 1
2. ครูอธิบายกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล พร้อมทั้งอธิบายลักษณะกราฟ ดังตัวอย่างต่อไปนี้



3. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปจะได้ว่า
 - 3.1 ฟังก์ชัน $y=a^x, a>0, a\neq 1$ จะผ่านจุด $(0,1)$ เสมอ
 - 3.2 ถ้า $a>1$ แล้ว $y=a^x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
 - 3.3 ถ้า $0<a<1$ แล้ว $y=a^x$ เป็นฟังก์ชันลด
 - 3.4 โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1-1 จะได้ว่า $a^x=a^y, a>0, a\neq 1$ ก็ต่อเมื่อ $x=y$
 - 3.5 โดเมนของฟังก์ชันคือ เซตของจำนวนจริง และเรนจ์ของฟังก์ชันคือ เซตของจำนวนจริงบวก

สื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและความสนใจในการศึกษาบทเรียน
2. ดูจากผลการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผนการสอนที่ 5 (คาบที่ 5,6)

เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นอินเวอร์สของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลที่เขียนในรูป $\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} / y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

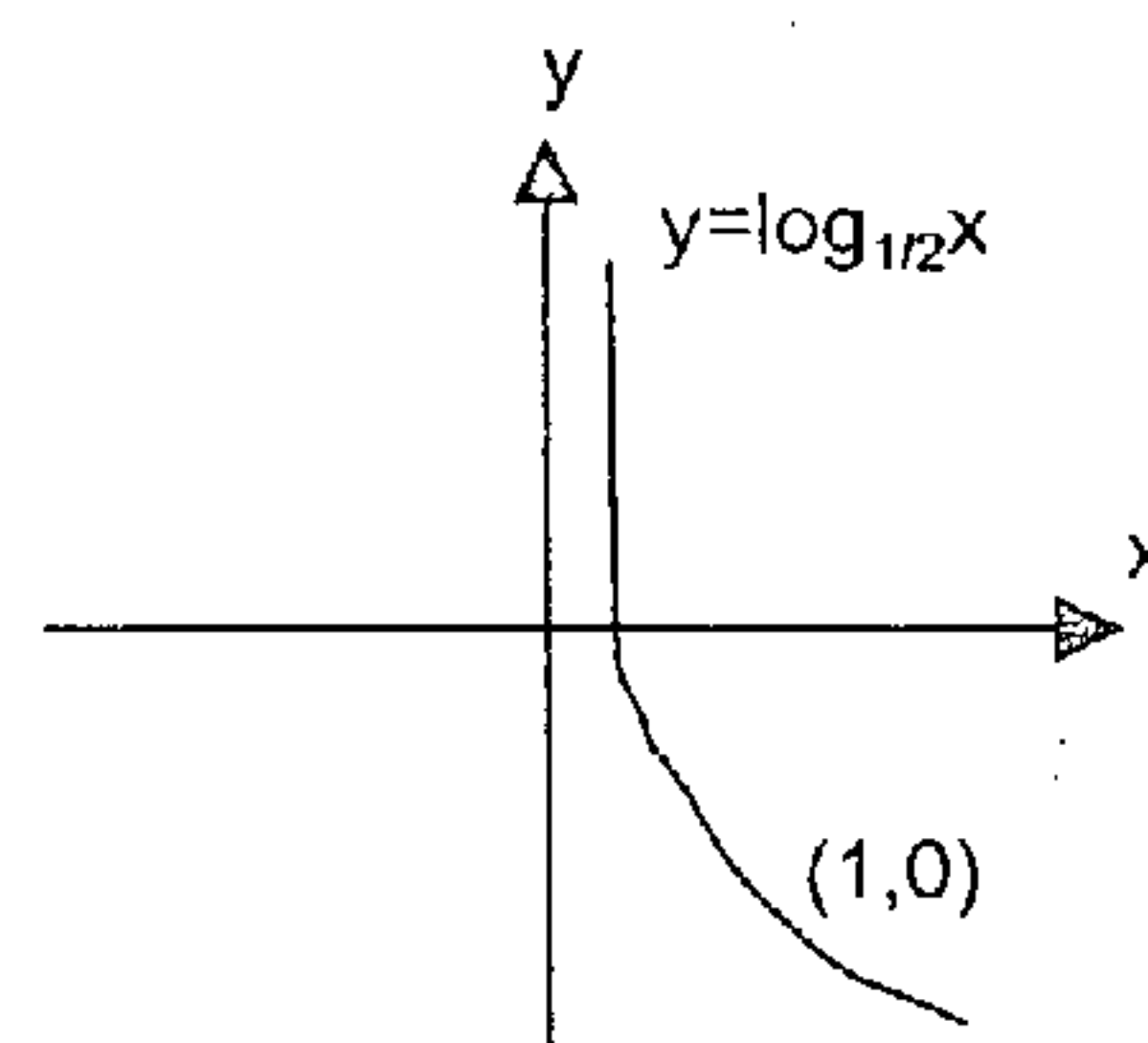
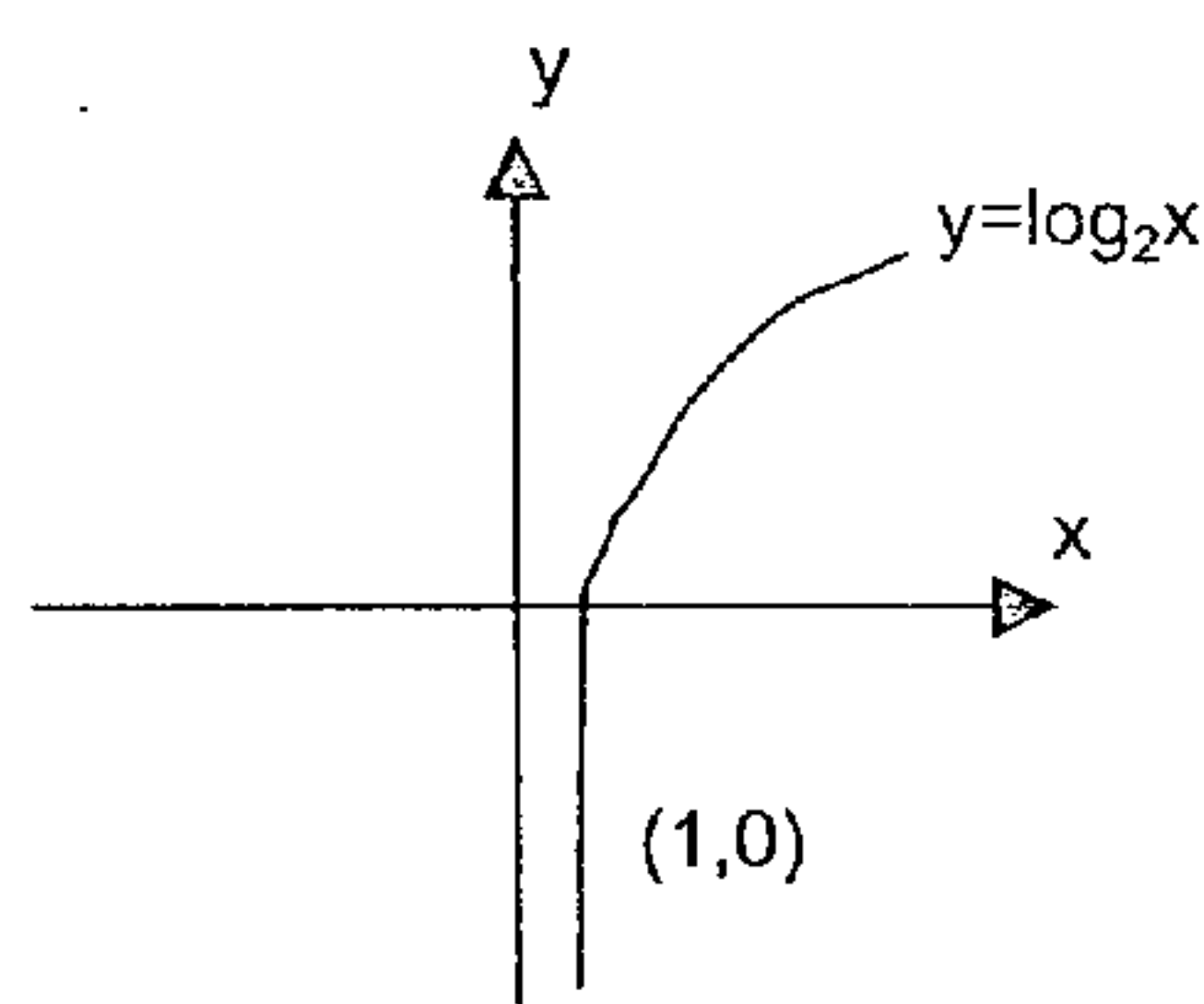
นักเรียนสามารถ

1. บอกโดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชันลอการิทึมได้
2. เขียนกราฟของฟังก์ชันลอการิทึมได้
3. บอกฟังก์ชันที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชัน 1-1
4. บอกได้ว่าฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลที่กำหนดให้เป็นฟังก์ชันเพิ่มหรือลด

เนื้อหา

บทนิยาม ฟังก์ชันลอการิทึมคือ $\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} / y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$

ดังตัวอย่าง



จากภาพพอสรุปได้ว่า

1. กราฟของฟังก์ชัน $y = \log_a x, a > 0, a \neq 1$ จะผ่านจุด $(0,1)$ เสมอ เพราะ $\log_a 1 = 0$ เสมอ
2. ถ้า $a > 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม
ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = \log_a x$ เป็นฟังก์ชันลด
3. ฟังก์ชันลอการิทึมเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก $\mathbb{R}^+$ ไปทั่วถึง $\mathbb{R}$ จะได้ว่า $\log_a x = \log_a y$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$
4. จาก $y = \log_a x$ ก็ต่อเมื่อ $x = a^y$ โดย $a > 0$ และ $a \neq 1$ จาก $a^y > 0$ สำหรับจำนวนจริง y ทุกจำนวน ดังนั้น $\log_a x$ จะมีความหมายและหาค่าได้ก็ต่อเมื่อ $x > 0$ เท่านั้น

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

คาบที่ 1

1. ครูสอนปกติ เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา ตัวอย่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่องฟังก์ชันลอการิทึม
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมในเรื่องฟังก์ชันลอการิทึม ให้โดเมนและเรนจ์ของฟังก์ชัน พร้อมเขียนกราฟฟังก์ชันลอการิทึม

คาบที่ 2

1. ครูให้นักเรียนศึกษาเนื้อหา ตัวอย่างจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ในเรื่องฟังก์ชัน 1-1 และฟังก์ชันเพิ่มหรือลด

2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 5 และแบบทดสอบเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

สื่อการเรียนการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อยเรื่องฟังก์ชันลอการิทึม

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและความสนใจในการศึกษาบทเรียน
2. ดูจากผลการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผนการสอนที่ 6

เรื่องสมบัติลอการิทึม และลอการิทึมสามัญ

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การคำนวณค่าลอการิทึมจะต้องอาศัยสมบัติของลอการิทึม ส่วนลอการิทึมสามัญหมายถึงลอการิทึมที่มีฐานเป็นสิบสามารถนำไปใช้ในการคำนวณโดยไม่มีฐานกำกับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. บอกสมบัติของลอการิทึมและนำไปใช้ได้
2. บอกสมบัติของลอการิทึมสามัญและนำไปใช้ได้

เนื้อหา

สมบัติที่สำคัญของลอการิทึม เมื่อ a, m, n เป็นจำนวนจริงที่ $a \neq 1$ และ r เป็นจำนวนจริง

1. $\log_a mn = \log_a m + \log_a n$
2. $\log_a \frac{m}{n} = \log_a m - \log_a n$
3. $\log_a m^r = r \log_a m$
4. $\log_a a = 1$
5. $\log_a 1 = 0$

ตัวอย่าง จงหาค่าของ $\log_2 16 + \log_{\sqrt{3}} 27 + \log_{\frac{1}{4}} 256$

$$\begin{aligned}
 \text{วิธีทำ} &= \log_2 2^4 + \log_{\sqrt{3}} (\sqrt{3})^6 + \log_{\frac{1}{4}} \left(\frac{1}{4}\right)^{-4} \\
 &= 4 \log_2 2 + 6 \log_{\sqrt{3}} (\sqrt{3}) + (-4) \log_{\frac{1}{4}} \left(\frac{1}{4}\right) \\
 &= 4 + 4 + (-4) = 6
 \end{aligned}$$

ลอการิทึมสามัญ (common logarithm) หมายถึงลอการิทึมที่มีฐานเป็นสิบ เป็นลอการิทึมที่ใช้มากในการคำนวณ การเขียนลอการิทึมสามัญนิยมเขียนโดยไม่มีฐานกำกับ

เช่น $\log_{10} 3 = \log 3$ $\log_{10} N = \log N$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติ เรื่องสมบัติลอการิทึม และลอการิทึมสามัญ แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่องสมบัติลอการิทึม และลอการิทึมสามัญ
3. นักเรียนช่วยกันสรุปครูคอยให้คำแนะนำสื่อการเรียนการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม และความสนใจในการศึกษาบทเรียน
2. ดูผลจากการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผนการสอนที่ 7

เรื่อง การเปลี่ยนฐานลอการิทึม

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การเปลี่ยนฐานลอการิทึมคือ การเปลี่ยนรูปลอการิทึมในฐานหนึ่งให้อยู่ในฐานต่าง ๆ ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนสามารถเปลี่ยนฐานลอการิทึมให้เป็นฐานต่าง ๆ ได้

เนื้อหา

การเปลี่ยนฐาน $\log_b a$ ให้เป็น ลอการิทึมในฐาน c

$$\begin{aligned} \text{ให้ } \log_b a &= x \text{ (x คือ ค่าจำนวนจริง)} \\ b^x &= a \text{ (เปลี่ยนเป็นเลขยกกำลัง)} \\ \log_c b^x &= \log_c a \\ x \log_c b &= \log_c a \\ x &= \log_c a / \log_c b \\ \text{นั่นคือ } \log_b a &= \log_c a / \log_c b \end{aligned}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติ เรื่องการเปลี่ยนฐานลอการิทึม แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมหน่วยย่อย เรื่องการเปลี่ยนฐานลอการิทึม
3. นักเรียนช่วยกันสรุป ครูคอยควบคุมและให้คำแนะนำ

สื่อการเรียนรู้การสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถามและการศึกษาบทเรียน
2. ดูผลจากการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังบทเรียน

แผนการสอนที่ 8

เรื่อง การคำนวณค่าโดยใช้ลอการิทึม

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การคำนวณค่าโดยใช้ลอการิทึมคือ การหาค่าประมาณโดยใช้ลอการิทึม และโดยใช้ตารางลอการิทึม
สามัญ

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถคำนวณค่าโดยประมาณของจำนวนที่ซับซ้อนโดยใช้ลอการิทึมได้

เนื้อหา

การคำนวณที่เกี่ยวกับการคูณ การหารและเลขยกกำลังของจำนวนจริง เราสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับ
ลอการิทึมช่วยในการคำนวณได้

ตัวอย่าง จงหาค่าของ $\sqrt{2}$

$$\text{ให้ } N = \sqrt{2} = 2^{\frac{1}{2}}$$

$$\begin{aligned}\log N &= \log 2^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{2} \log 2 \\ &= \frac{1}{2} (0.3010)\end{aligned}$$

$$\log N = 0.1505$$

$$\text{จากตาราง } \log 1.42 = 0.1523$$

$$\log 1.41 = 0.1492$$

ค่า $\log N$ ต่างกัน 0.0031 ค่า N ต่างกัน 0.01

$$\text{ค่า } \log N \text{ ต่างกัน } 0.0018 \text{ ค่า } N \text{ ต่างกัน } \frac{0.01 \times 18}{31} = 0.0058$$

$$\log(1.42 - 0.0058) = 0.1505 = \log N$$

$$N = 1.414$$

ตัวอย่าง จงหาค่าของ $\sqrt[3]{871}$

$$\text{ให้ } N = \sqrt[3]{871} = (871)^{\frac{1}{3}}$$

$$\begin{aligned}\log N &= \frac{1}{3} \log 871 \\ &= \frac{1}{3} (\log 8.71 + \log 10^2) \\ &= \frac{1}{3} (0.9400 + 2)\end{aligned}$$

$$\log N = 0.98$$

$$\log N = \log 9.55, \quad N = 9.55 = \sqrt[3]{871}$$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติ เรื่องการคำนวณค่าโดยใช้ลอการิทึม แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่องการคำนวณค่าโดยใช้ลอการิทึม
3. นักเรียนช่วยกันสรุปครุคอยให้คำแนะนำ

สื่อการเรียนรู้การสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม และการศึกษาบทเรียน
2. ดูผลจากการทำใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังบทเรียน

แผนการสอนที่ 9

เรื่องสมการเอกซ์โพเนนเชียล

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การแก้สมการเอกซ์โพเนนเชียลคือ การหาค่าของตัวแปรจากสมการที่กำหนดให้ เมื่อตัวแปรเป็นเลขชี้กำลังและฐานเป็นค่าคงตัว

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนสามารถแก้สมการเอกซ์โพเนนเชียลได้

เนื้อหา

สมการเอกซ์โพเนนเชียลคือ สมการที่มีตัวแปรเป็นเลขชี้กำลังโดยที่ฐานเป็นค่าคงตัว

1. ถ้า $a^m = a^n$ แล้วจะได้ $m = n$ เมื่อ $a > 0, a \neq 1$

ตั้งตัวอย่าง จงแก้สมการ $\left(\frac{1}{2}\right)^{2x} = 64$

วิธีทำ $\left(\frac{1}{2}\right)^{2x} = 64$
 $2^{-2x} = 2^6$
 $-2x = 6$
 $x = -3$

2. ถ้า $a^m = a^n$ แล้วจะได้ $m = n$ เมื่อ $a \neq 0, b \neq 0$

ตั้งตัวอย่าง จงแก้สมการ $6(3^{x+2}) - 4(5^{x+3}) = 3^{x+4} - 5^{x+4}$

$$\begin{aligned} 3^{x+2}(6-3^2) &= 5^{x+3}(4-5) \\ -3 \cdot 3^{x+2} &= -5^{x+3} \\ 3^{x+3} &= 5^{x+3} \\ x+3 &= 0 \\ x &= -3 \end{aligned}$$

3. จงแก้สมการ $3^{x-1} = 5$

วิธีทำ $3^{x-1} = 5$
 $\log 3^{x-1} = \log 5$
 $(x-1)\log 3 = \log 5$
 $x\log 3 = \log 3 + \log 5$
 $x = \frac{\log 3 + \log 5}{\log 3}$
 $= \frac{0.44771 + 0.6990}{0.4771}$
 $= 2.465$

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติ เรื่องการแก้สมการเอกซ์โพเนนเชียล แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่องสมการเอกซ์โพเนนเชียล
3. ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุปเนื้อหาทั้งหมด ครูคอยแนะนำ

สื่อการเรียนรู้การสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม

การวัดการประเมินผล

1. สังเกตจากการตอบคำถาม
2. ดูผลจากการทำใบกิจกรรม และตรวจแบบทดสอบหลังจบบทเรียน

แผนการสอนที่ 10

เรื่องสมการลอการิทึม

จำนวน 2 คาบ เวลา 100 นาที

สาระสำคัญ

การแก้สมการลอการิทึมคือ การหาค่าตัวแปรจากสมการลอการิทึมโดยปรับให้อยู่ในรูปเลขยกกำลังก่อน
จึงหาค่าตัวแปร

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

นักเรียนสามารถแก้สมการลอการิทึมได้

เนื้อหา

การแก้สมการลอการิทึมคือ การหาค่าตัวแปรโดยแปลง log ให้อยู่ในรูปเลขยกกำลัง

ตัวอย่าง จงหาค่าของ x จากสมการ $\log_2(x^2-2x) = 2^3$

วิธีทำ

$$\begin{aligned} x^2-2x &= 2^3 \\ x^2-2x-8 &= 0 \\ (x-4)(x+2) &= 0 \\ x &= 4, -2 \end{aligned}$$

นำ $x = 4, -2$ ไปตรวจคำตอบ สมการได้คำตอบเท่ากัน

กิจกรรมการเรียนรู้การสอน

1. ครูสอนปกติ เรื่องการแก้สมการลอการิทึม แล้วทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน
2. ครูให้นักเรียนศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมในหน่วยย่อย เรื่องสมการเอกซ์โพเนนเชียล
3. ครูให้นักเรียนสรุปเนื้อหาที่ศึกษา ครูคอยแนะนำ
4. นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 10
5. ทำแบบทดสอบชุดที่ 5

สื่อการเรียนรู้การสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล และฟังก์ชันลอการิทึม

การวัดการประเมินผล

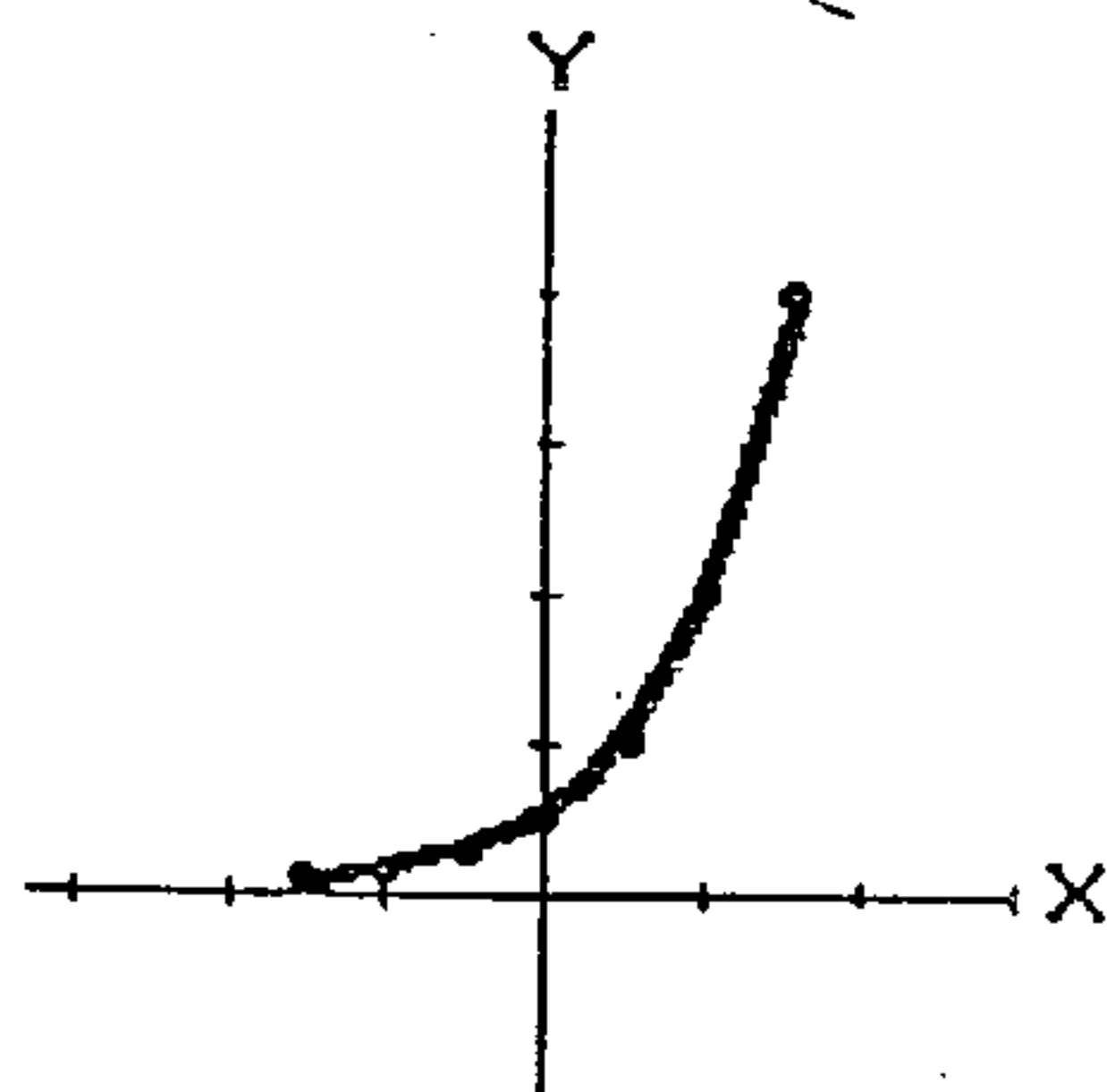
1. สังเกตจากการตอบคำถาม
2. สังเกตจากการทำใบกิจกรรมที่ 10
3. ตรวจแบบทดสอบ

ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

1/4

นิยาม ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลคือ $f = \{(x, y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = a^x, a > 0, a \neq 1\}$

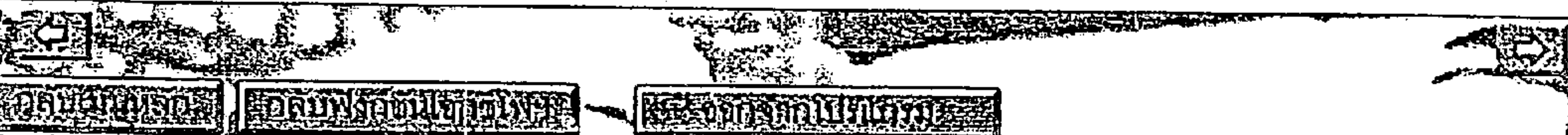
ตัวอย่าง 1 กราฟของฟังก์ชัน $y = 2^x$



X	-3	-2	-1	0	1	2	3
Y	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8



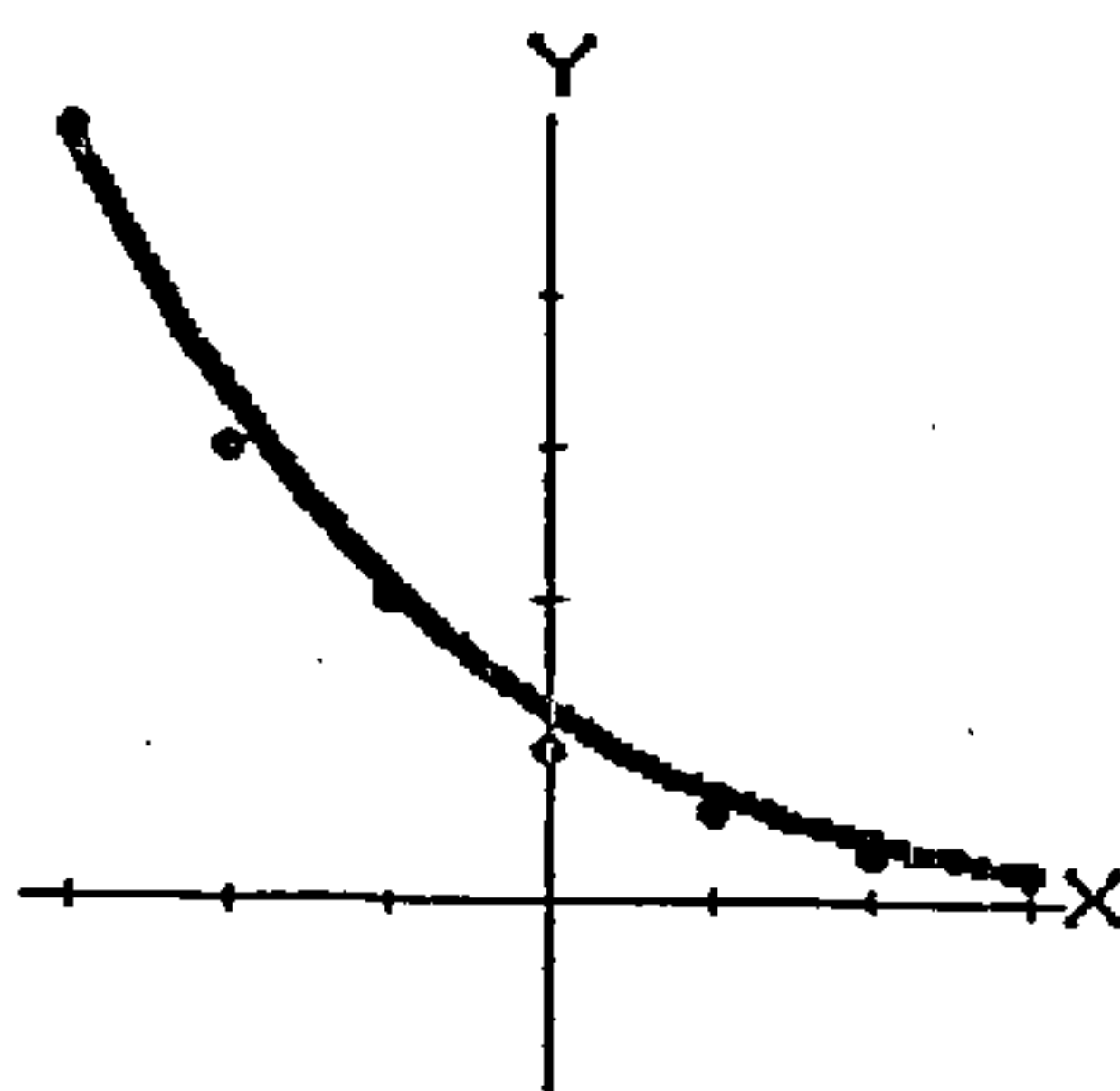
จากกราฟ $y = 2^x$ จะพบว่าเมื่อ x มีค่ามากขึ้น y จะมีค่าเพิ่มขึ้นเรียก $y = 2^x$ ว่าเป็น ฟังก์ชันเพิ่ม



ตัวอย่าง 2 กราฟของฟังก์ชัน $y = (1/2)^x$

2/4

X	-3	-2	-1	0	1	2	3
Y	8	4	2	1	1/2	1/4	1/8



เนื่องจาก y เป็นจำนวนจริงลบลดลงเรื่อยๆ

จากกราฟ $y = (1/2)^x$ จะพบว่าเมื่อ x มีค่ามากขึ้น y ก็จะมีค่าลดลงเรียก $y = (1/2)^x$ ว่าเป็น ฟังก์ชันลด

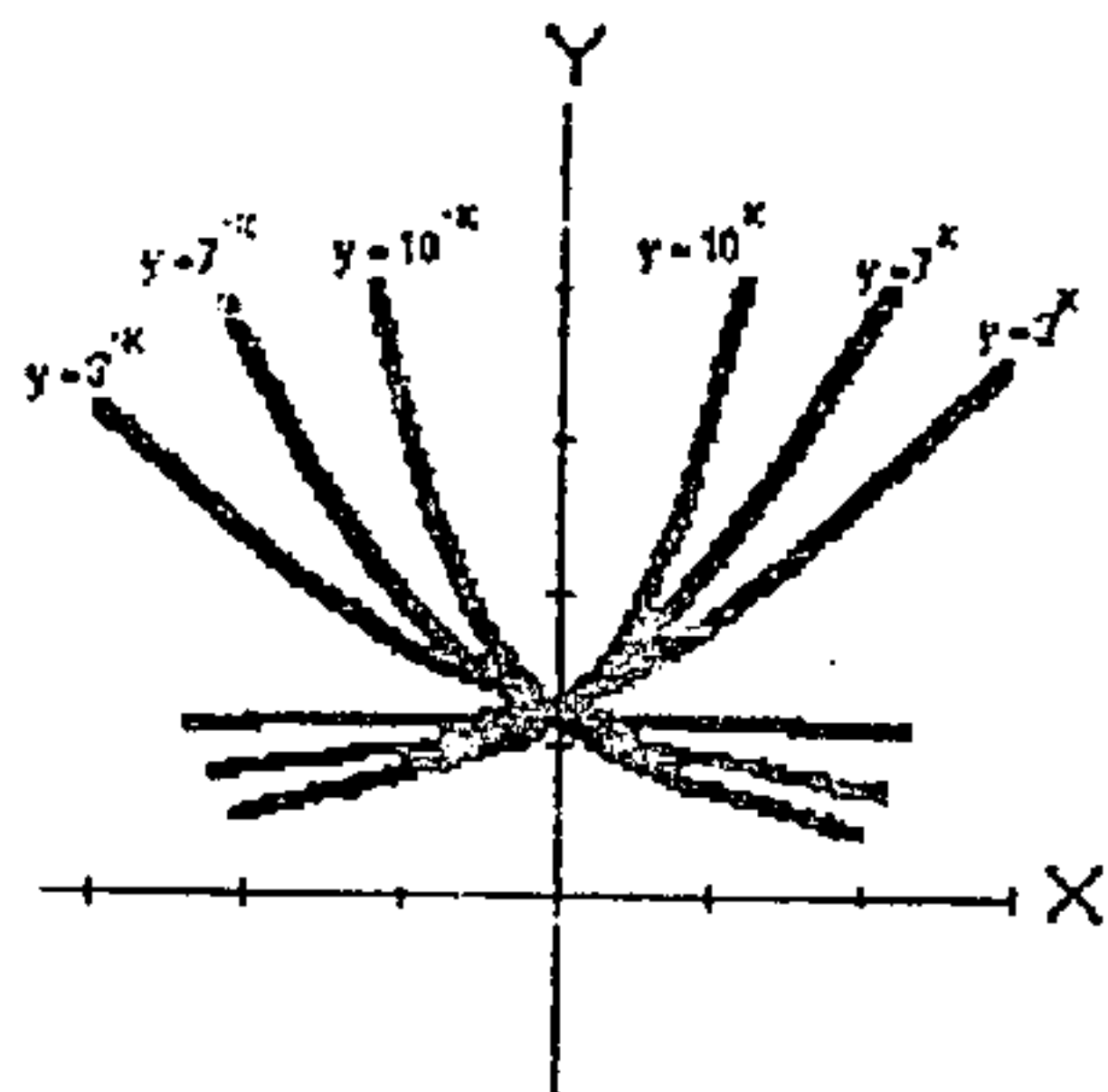


ตัวอย่าง 3 จงเขียนกราฟของ $y = 10^x$, $y = 10^{-x}$, $y = 7^x$, $y = 7^{-x}$, $y = 3^x$, $y = 3^{-x}$

3/4

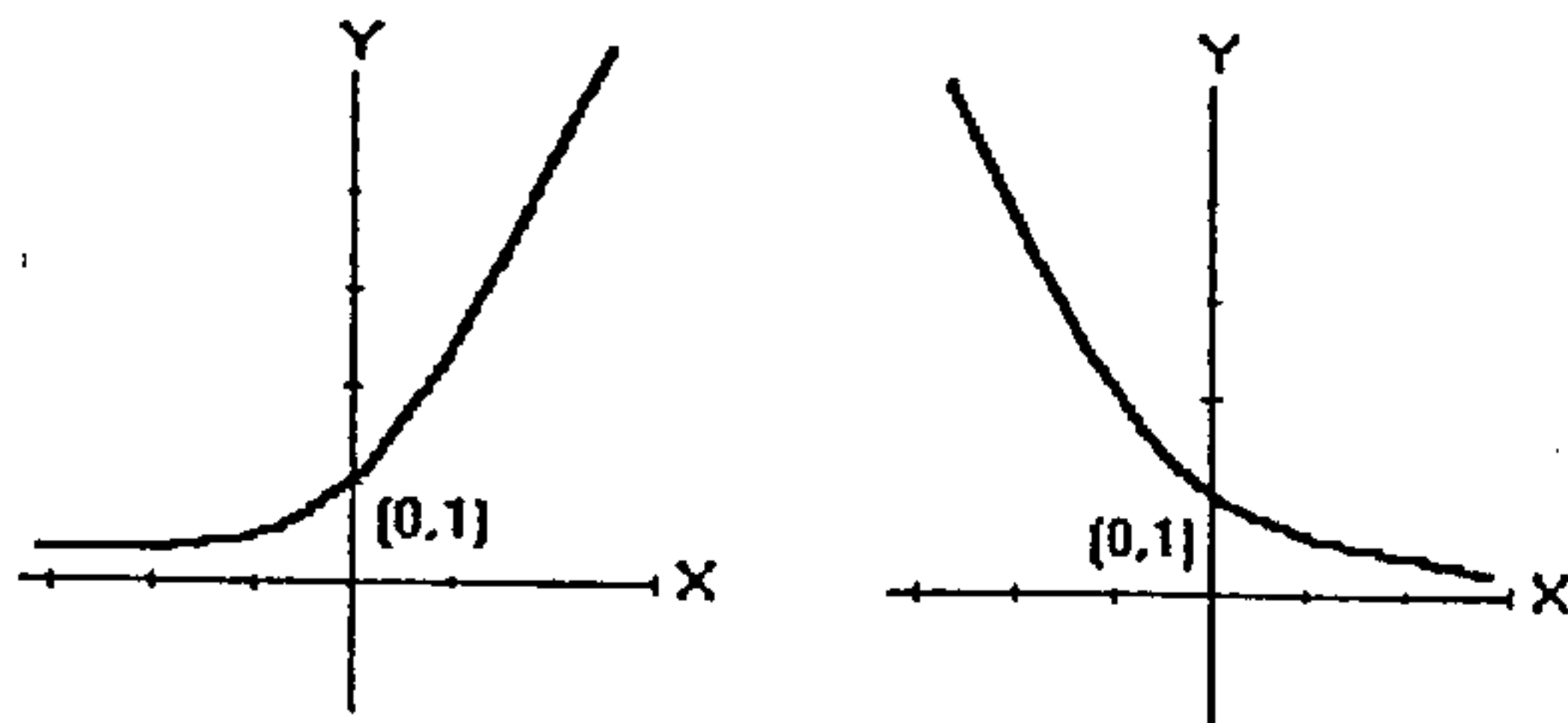
ลงในระบบแกนมุมฉากเดียวกัน

เฉลย



ข้อสังเกต 1. กราฟของฟังก์ชัน $y = a^x$, $a > 0$ และ $a \neq 1$ จะผ่านจุด $(0, 1)$ เสมอ เพราะ $a^0 = 1$ 4/4

2. $a > 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันเพิ่ม 3. ถ้า $0 < a < 1$ แล้ว $y = a^x$ เป็นฟังก์ชันลด



4. ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลเป็นฟังก์ชัน 1-1 จาก $\mathbb{R}$ ไปทั่วถึง $\mathbb{R}^+$

5. โดยสมบัติของฟังก์ชัน 1-1 จะได้ว่า $a^x = a^y$, $a > 0$, $a \neq 1$ ก็ต่อเมื่อ $x = y$

Time: 9/13/48

ฟังก์ชันลอการิทึม

1/3

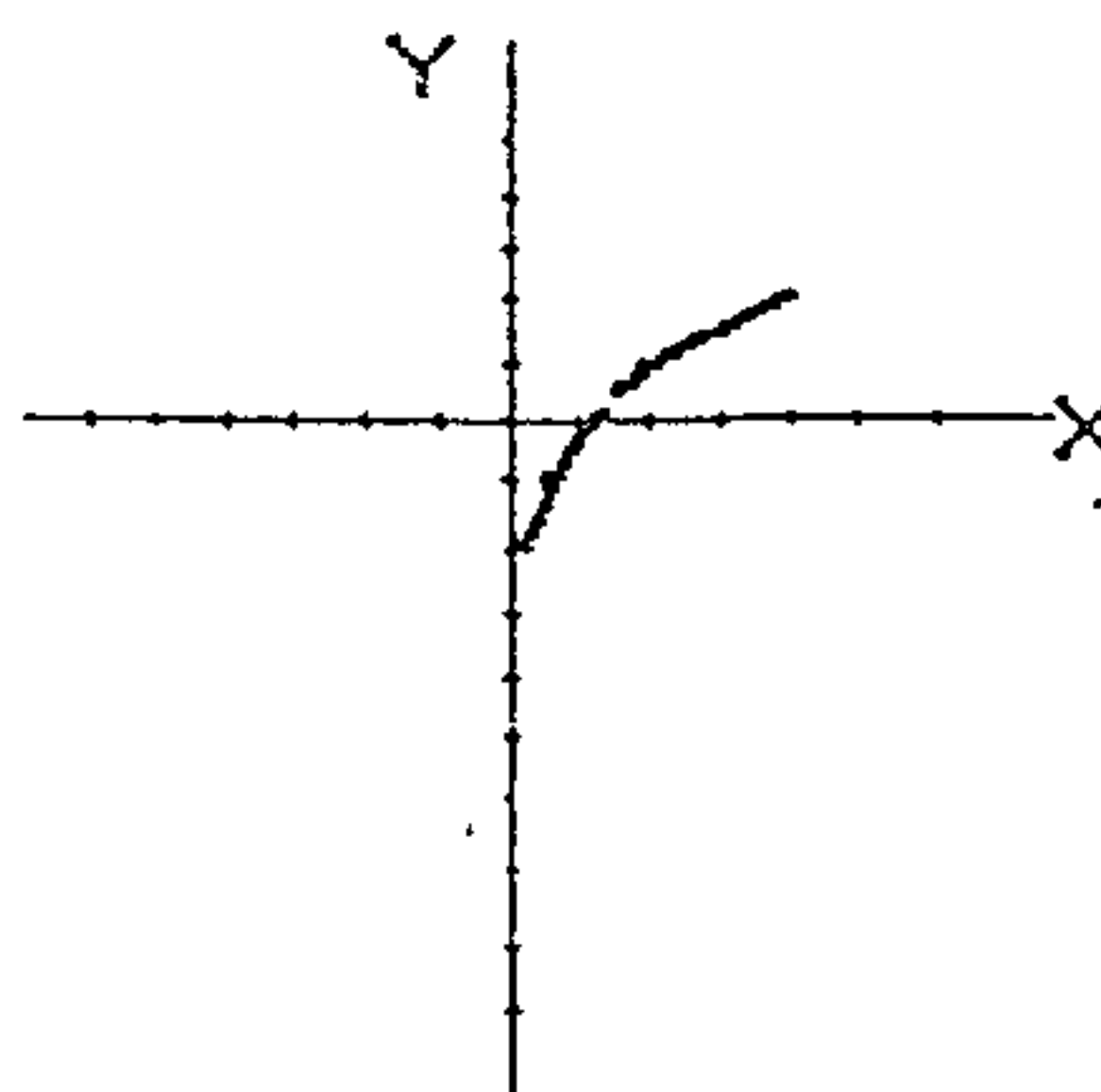
นิยาม ฟังก์ชันลอการิทึมคือ $\{(x,y) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} \mid y = \log_a x, a > 0, a \neq 1\}$

เป็นอินเวอร์สของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล

กราฟของฟังก์ชันลอการิทึม กราฟของ $y = \log_a x, a > 0, a \neq 1$ แยกเป็น 2 กรณี

1. ถ้า $a > 1$ เขียนกราฟของ $y = \log_a x$

x	1/4	1/2	1	2	4
y	-2	-1	0	1	2



จะเห็นว่า X เพิ่มขึ้น ค่าของ Y จะเพิ่มขึ้นด้วย เรียกว่า ฟังก์ชันเพิ่ม

กลับหน้าหลัก

กลับฟังก์ชันเอกซ์โพ

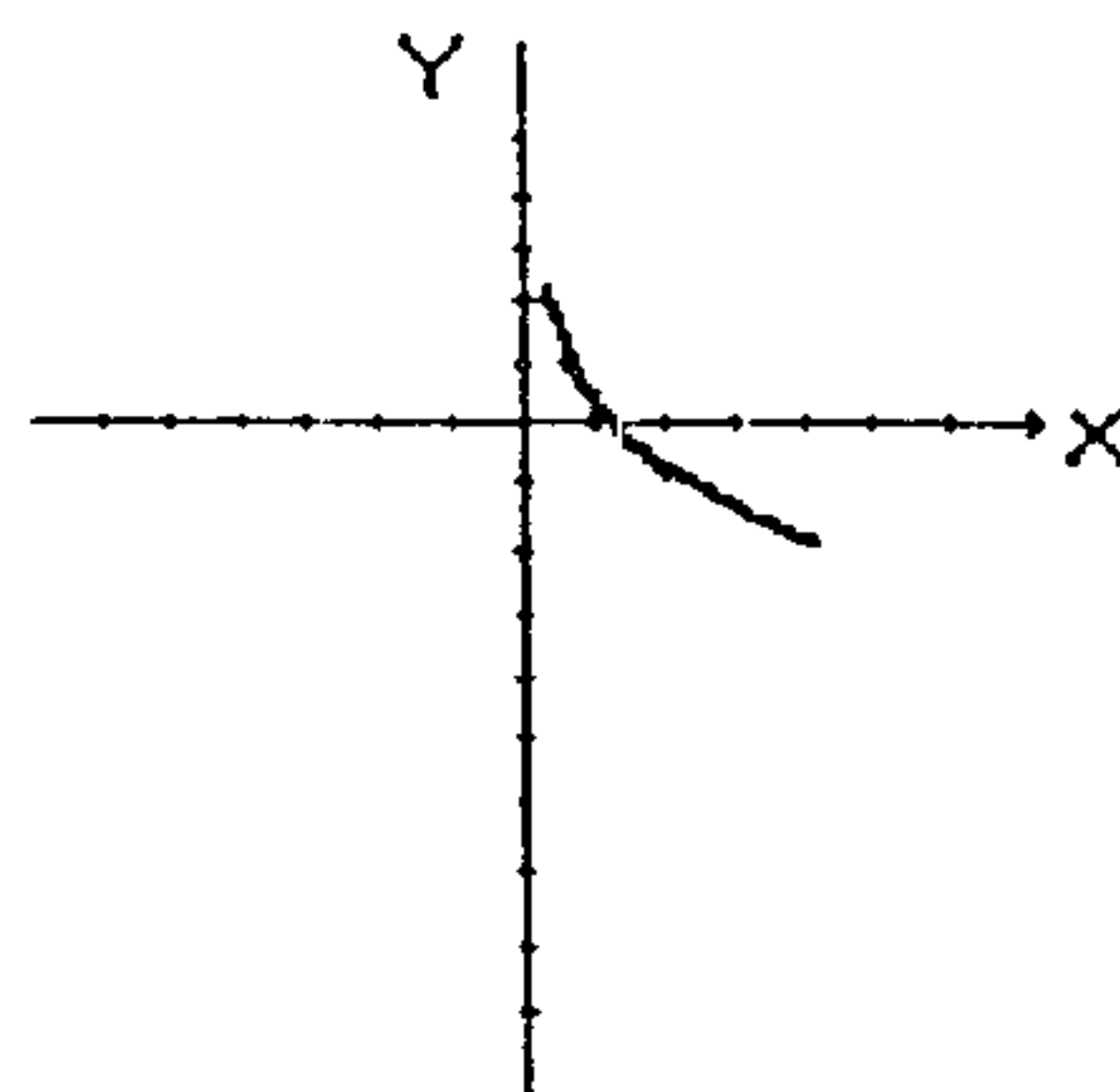
ออกจากโปรแกรม

Time: 9/17/49

2. ถ้า $0 < a < 1$ กราฟของ $y = \log_a x$

$$y = \log_{1/2} x$$

x	1/4	1/2	1	2	4
y	2	1	0	-1	-2



2/3

จะเห็นว่า เมื่อ x เพิ่มขึ้น ค่าของ y ลดลง

เรียกว่า ฟังก์ชันลด

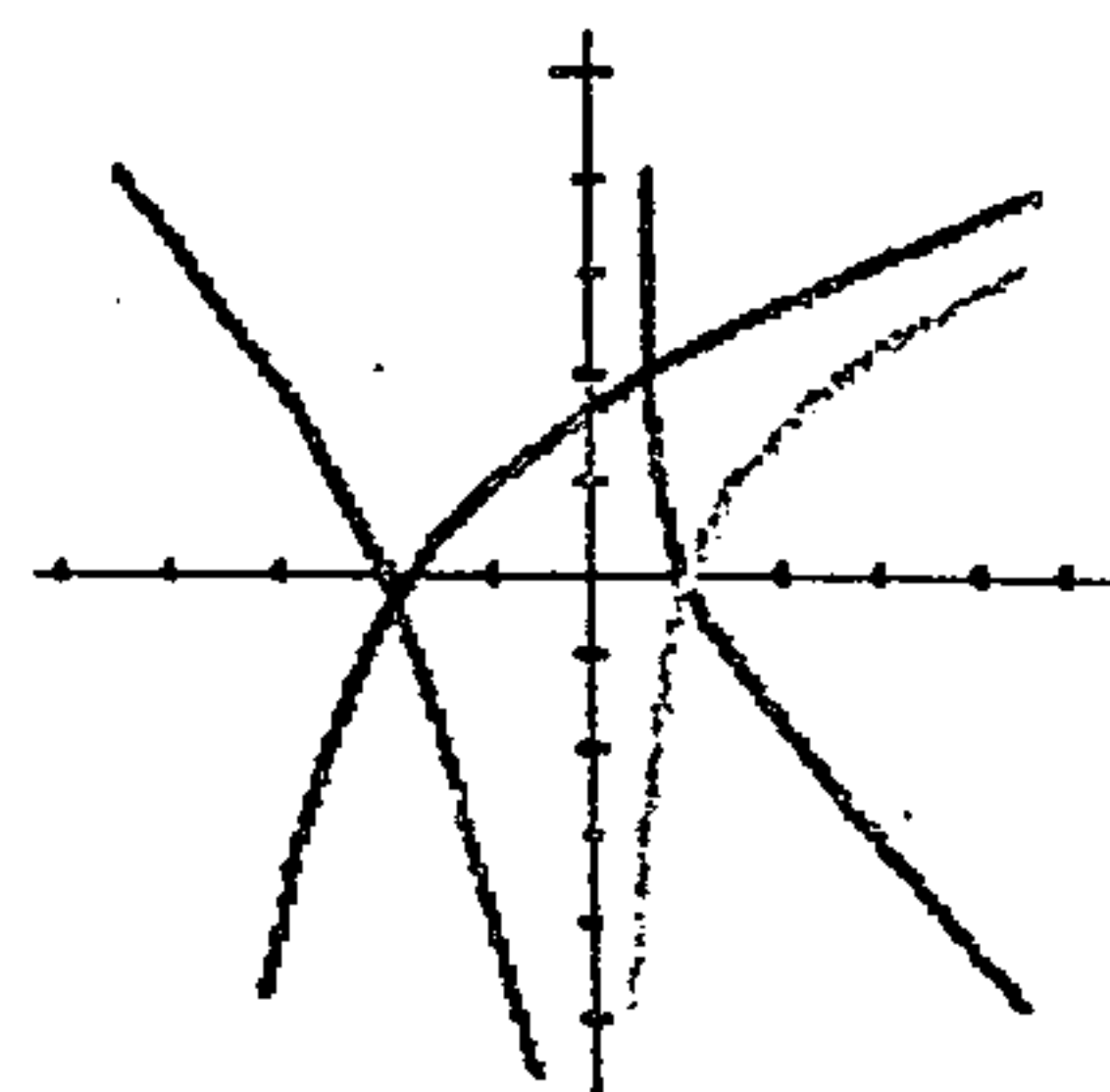
ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนกราฟต่อไปนี้ลงในระบบพิกัดเดียวกัน

1. $y = 2\log_2 x$

2. $y = \log_2 (-x)$

3. $y = 2\log_{1/2} x$

4. $y = -\log_{1/2} (x+2)$



กลับหน้าหลัก

กลับฟังก์ชันเอกซ์โพ

ออกจากโปรแกรม

Time: 30:03

ตัวอย่าง กำหนด $f(x) = \log_2 x$, $g(x) = \log_3 x$, $h(x) = \log_{1/2} x$

3/3

จงหาค่าของ

$$\begin{aligned} 1. f(1) + g(1) + h(1) &= \log_2 1 + \log_3 1 + \log_{1/2} 1 \\ &= 0 + 0 + 0 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. f(8) + g(9) + h(4) &= \log_2 8 + \log_3 9 + \log_{1/2} 4 \\ &= \log_2 2^3 + \log_3 3^2 + \log_{1/2} 2^2 \\ &= 3 \log_2 2 + 2 \log_3 3 - 2 \log_2 2 \\ &= 3 + 2 - 2 = 3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. (h \circ f)(4) &= (h(f(4))) = h(\log_2 4) = h(\log_2 2^2) \\ &= h(2) = \log_{1/2} 2 = -2 \end{aligned}$$

ก่อนบันทึก

ลบฟังก์ชันด้วย

ลบฟังก์ชันไปจาก

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นาย ปรีวัตร ไหวหาร
วัน เดือน ปี เกิด	28 ตุลาคม 2507
สถานที่เกิด	อ. หนองเรือ จ. ขอนแก่น
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	2999/ 48 หมู่ 7 ซอยสันติคาม ถ. สุขุมวิท ต. สำโรงเหนือ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนอัสสัมชัญสำโรง อ. เมือง จ. สมุทรปราการ 10270
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2526 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากหนองเรือวิทยา จ. ขอนแก่น พ. ศ. 2531 ค.บ. จากวิทยาลัยครูจันทระเกษม พ.ศ. 2543 กศ.ม. (การมัธยมศึกษา) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ